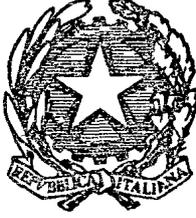
Supplemento ordinario alla "Gazzetta Ufficiale,, n. 277 del 26 novembre 1996 - Serie generale

Spedizione in abbonamento postale (50%) - Roma

GAZZETTA UFFICIALE
DELLA REPUBBLICA ITALIANA

PARTE PRIMA **Roma - Martedì, 26 novembre 1996** SI PUBBLICA TUTTI I GIORNI NON FESTIVI

DIREZIONE E REDAZIONE PRESSO IL MINISTERO DI GRAZIA E GIUSTIZIA - UFFICIO PUBBLICAZIONE LEGGI E DECRETI - VIA ARENULA 70 - 00100 ROMA
AMMINISTRAZIONE PRESSO L'ISTITUTO POLIGRAFICO E ZECCA DELLO STATO - LIBRERIA DELLO STATO - PIAZZA G. VERDI 10 - 00100 ROMA - CENTRALINO 85081

N. 207

MINISTERO DEI LAVORI PUBBLICI

CIRCOLARE 15 ottobre 1996, n. **252 AA.GG./S.T.C.**.

Istruzioni per l'applicazione delle «Norme tecniche per il calcolo, l'esecuzione ed il collaudo delle opere in cemento armato normale e precompresso e per le strutture metalliche» di cui al decreto ministeriale 9 gennaio 1996

SOMMARIO

MINISTERO DEI LAVORI PUBBLICI

CIRCOLARI

MINISTERO DEI LAVORI PUBBLICI

CIRCOLARE 15 ottobre 1996, n. 252 AA.GG./S.T.C.

Istruzioni per l'applicazione delle «Norme tecniche per il calcolo, l'esecuzione ed il collaudo delle opere in cemento armato normale e precompresso e per le strutture metalliche» di cui al decreto ministeriale 9 gennaio 1996.

Con decreto del Ministro dei lavori pubblici in data 9 gennaio 1996 sono state approvate le «Norme tecniche per il calcolo, l'esecuzione ed il collaudo delle strutture in cemento armato, normale e precompresso e per le strutture metalliche».

Dette norme (ovvero, secondo una terminologia più recente, «regole tecniche»), pubblicate nel supplemento ordinario alla *Gazzetta Ufficiale* n. 29 del 5 febbraio 1996, costituiscono l'aggiornamento di quelle precedentemente approvate con il decreto 14 febbraio 1992.

Le nuove norme tecniche si distinguono per aver recepito, integrandole e per quanto possibile adattandole al quadro normativo nazionale, le norme europee sperimentali Eurocodice 2 - Progettazione delle strutture di calcestruzzo, (parte 1-1; regole generali e regole per gli edifici) ed Eurocodice 3 - Progettazione delle strutture di acciaio, (parte 1-1; regole generali e regole per gli edifici) - nelle rispettive versioni in lingua italiana, pubblicate a cura dell'UNI (UNI ENV 1992 - 1-1, ratificata in data gennaio 1993 e UNI ENV 1993 - 1-1 ratificata in data giugno 1994).

In sostanza, quindi, le nuove norme danno al progettista un'ampia facoltà di scelta, potendo egli impiegare, con lo stesso valore precettivo stabilito dalla legge 1086/1971, uno qualsiasi dei tre metodi di verifica previsti (quello delle tensioni ammissibili e quello degli stati limite nella duplice veste italiana ed europea); tuttavia, l'adozione di uno dei tre procedimenti indicati ne comporta l'applicazione unitaria ed integrale all'intero organismo strutturale.

Relativamente al metodo degli stati limite, giova far notare che le due versioni, italiana ed europea, si rifanno a criteri ispiratori identici, pur essendo la versione italiana di gran lunga più sintetica dell'altra, che si caratterizza per la diversa impostazione espositiva, per la simbologia e per taluni procedimenti pratici di calcolo.

Allo scopo di adeguare le verifiche contenute negli Eurocodici agli stessi livelli di sicurezza previsti in ambito nazionale, vengono forniti, nelle rispettive Sezioni III delle Parti 1ª e 2ª del testo delle norme, i valori numerici e le varianti prescrittive che costituiscono quindi il Documento di applicazione nazionale (DAN) per l'uso degli Eurocodici.

Sono invece raccolte, in forma unitaria, in quanto valide, e da applicare per tutti i casi, le prescrizioni riguardanti le azioni da considerare nel calcolo e le loro combinazioni, i materiali ed il collaudo statico.

In definitiva, con le istruzioni allegate alla circolare si è inteso fornire agli operatori chiarimenti, indicazioni ed elementi integrativi utili ai fini di una più agevole e univoca applicazione delle nuove norme.

Il Ministro: DI PIETRO

MINISTERO DEI LAVORI PUBBLICI
Presidenza del Consiglio Superiore
Servizio Tecnico Centrale

Istruzioni per l'applicazione delle "Norme Tecniche per il calcolo, l'esecuzione ed il collaudo delle opere in cemento armato normale e precompresso e per le strutture metalliche" di cui al D.M. 9 Gennaio 1996

A. Utilizzazione delle norme ed illustrazione delle principali innovazioni.

A.1. Introduzione

L'elemento nuovo e di maggior rilievo che caratterizza il D.M. 9.1.96 e' rappresentato dalla possibilità' di utilizzare in ambito nazionale sia il metodo di verifica delle tensioni ammissibili che quello agli stati limite, nella duplice versione italiana ed europea.

Viene quindi resa possibile un'ampia facoltà di scelta della normativa di riferimento che il progettista, liberamente e responsabilmente, può adottare. Pertanto, mentre sotto il profilo concettuale resta inalterato il quadro di riferimento costituito dai due possibili metodi di verifica (tensioni ammissibili e stati limite), sul piano operativo, con la nuova disciplina, si viene ad affiancare, accanto al testo normativo relativo al metodo degli stati limiti nella versione "nazionale", un ulteriore testo normativo nella versione "europea" anch'esso basato sul medesimo metodo agli stati limite.

Quest'ultimo, ancorché concettualmente identico nei fondamenti teorici a quello "nazionale", tuttavia si diversifica e si caratterizza per la diversa impostazione espositiva, per la simbologia, per taluni procedimenti pratici di calcolo e per lo sviluppo dei particolari costruttivi.

Il recepimento nell'ordinamento tecnico nazionale delle norme europee sperimentali Eurocodice 2 - Progettazione delle strutture in cemento armato normale e precompresso, Parte1.1; Regole generali e regole per gli edifici - ed Eurocodice 3 - Progettazione delle strutture in acciaio, Parte 1.1; Regole generali e regole per gli edifici - nelle rispettive versioni in lingua italiana, pubblicate a cura dell'UNI (UNI-ENV 1992-1-1, gennaio 1993, e UNI-ENV 1993-1-1, giugno1994), avviene in una situazione evolutiva, in forma tale da assicurare ad esse parità di regime giuridico con la normativa nazionale in termini di cogenza, nonché equivalenza di livelli di sicurezza. Tale equivalenza è garantita attraverso la calibrazione dei fattori parziali di sicurezza e degli altri parametri contenuti nei Documenti di Applicazione Nazionale (nel seguito denominati DAN), contenuti nelle Sezioni III delle Parti I e II del decreto stesso.

Il Servizio tecnico centrale del Consiglio superiore dei lavori pubblici intende seguire attentamente la risposta dei tecnici italiani a questa innovazione normativa, raccogliendo osservazioni e suggerimenti in vista di una futura revisione delle norme.

Per l'impiego del metodo delle tensioni ammissibili, salvo quanto nel seguito precisato, si deve fare riferimento al D.M. 14.2.92, limitatamente alle parti che interessano e riguardano tale metodo.

E' inoltre necessario chiarire con esattezza i limiti entro i quali avviene il recepimento delle Parti 1-1 degli Eurocodici EC2 ed EC3.

In effetti lo studio normativo degli Eurocodici Strutturali e' estremamente vasto ed interessa molti aspetti dell'ingegneria strutturale; infatti ogni Eurocodice consta di più parti ciascuna delle quali si riferisce ad un argomento specifico; in particolare gli Eurocodici 2 e 3 comprendono, oltre la parte 1-1 relativa alle "regole generali e regole per gli edifici", numerose altre parti 1-2, 1-3 ecc. afferenti tipologie specifiche di opere.

Si ribadisce che i documenti recepiti in ambito nazionale, come chiaramente indicato sia all'art. 2 del decreto ministeriale, sia al paragrafo 1 della Parte Generale delle Norme Tecniche, sono esclusivamente i due sottoindicati:

a) UNI-ENV 1992-1-1 (gennaio 1993) Eurocodice 2, Progettazione delle strutture in cemento armato normale e precompresso Parte 1.1 Regole generali e regole per gli edifici;

b) UNI-ENV 1993-1-1 (giugno 1994) Eurocodice 3, Progettazione delle strutture in acciaio Parte 1.1: Regole generali e regole per gli edifici;

ovviamente con le prescrizioni sostitutive, integrative e soppressive contenute nei rispettivi DAN.

Sono quindi recepite dal decreto ministeriale solo le Parti 1-1 di ciascuno dei due documenti normativi sopracitati, con esclusione delle appendici, che non trovano collocazione nelle Norme Tecniche.

Nel seguito, le principali innovazioni delle norme tecniche, rilevanti per gli scopi progettuali e costruttivi delle strutture in c.a., in c.a.p. ed in acciaio, sono evidenziate e commentate al fine di facilitarne l'avvicinamento da parte dei tecnici progettisti.

Vengono anche illustrate le modalità da osservarsi per la corretta utilizzazione di ciascuno dei tre metodi di verifica consentiti dalle norme e vengono anche indicati i pertinenti riferimenti del testo normativo.

A.2. Articolazione delle Norme Tecniche

L'articolazione delle Norme Tecniche presenta anch'essa alcune innovazioni (si veda l'indice sintetico in Tabella 1): e' stata introdotta una parte generale; ciascuna delle successive parti I (c.a e c.a.p.) e II (acciaio) e' a sua volta suddivisa in tre sezioni (prescrizioni generali, metodi agli stati limite, Eurocodici); per quanto riguarda le altre parti e gli allegati, la loro articolazione è rimasta invariata.

Nel testo delle Norme Tecniche sono state ampliate le parti concernenti i metodi di calcolo agli stati limite ed inserite precise indicazioni per la corretta applicazione degli Eurocodici, attraverso le apposite Sezioni III, che costituiscono i rispettivi DAN.

I concetti ed i criteri generali vengono illustrati nella Parte Generale; nella Parte I - Cemento armato normale e precompresso e nella Parte II - Acciaio, tali criteri vengono particolarizzati per le applicazioni alle costruzioni in c.a., c.a.p. ed in acciaio rispettivamente.

Tabella 1

Norme Tecniche
Indice

A.3. Parte Generale

La Parte Generale (si veda l'indice in Tabella 2) recepisce lo stato dell'arte dei metodi di verifica disponibili: metodi agli stati limite e delle tensioni ammissibili.

Nel caso in cui desideri adottare il metodo di verifica delle tensioni ammissibili, il progettista dovrà far riferimento alla precedente normativa tecnica (D.M. 14 febbraio 1992 e relativa circolare 24 giugno 1993 n. 37406/STC).

Nel caso in cui desideri adottare il metodo di verifica agli stati limite nella versione "nazionale", il progettista dovrà seguire tutte le indicazioni di carattere generale contenute nella Sezione II della Parte I - Cemento armato normale e precompresso, e della Parte II - Acciaio.

Nel caso in cui desideri, invece, adottare i metodi di verifica agli stati limite codificati negli Eurocodici 2 e 3, il progettista dovrà utilizzare i rispettivi DAN, costituiti dalla Sezione III delle Parti I e II.

Inoltre, mantenendo la tradizionale apertura nei riguardi del progresso scientifico e tecnologico, le Norme Tecniche consentono ai progettisti anche l'adozione di ulteriori metodi di verifica, purché adeguatamente supportati da studi ed esperienze, e purché sia garantito un livello di sicurezza equivalente a quello stabilito dalle norme stesse.

L'adozione di tali ulteriori metodi di verifica dovrà essere autorizzata, caso per caso, dal Servizio tecnico centrale, sentito il Consiglio Superiore dei LL.PP.

Tabella 2

Norme Tecniche
Indice della Parte Generale

1. Modalità operative
2. Parti comuni alle Sezioni II e III
3. Norme europee di riferimento
4. Norme tecniche: metodo delle tensioni ammissibili
5. Norme tecniche: altri metodi di verifica
6. Indicazioni della norma tecnica seguita
7. Azioni di calcolo

In relazione alle opzioni normative offerte al progettista, si pone ovviamente la condizione, esplicitata al paragrafo 6 "Indicazioni della Norma Tecnica seguita", che il progettista deve chiaramente indicare nella relazione illustrativa di cui all'art. 4, comma 3 lett. b, della legge 1086/71 il metodo di verifica adottato che va applicato in maniera unitaria ed integrale all'intero organismo strutturale.

Poichè, in alcune situazioni, può risultare difficoltoso definire l'organismo strutturale nella sua interezza, si riportano nel seguito, a titolo esemplificativo, casi particolari di organismi che possono considerarsi indipendenti tra loro:

- sopraelevazione, strutturalmente autonoma, di edificio esistente;
- manufatti prefabbricati non collaboranti con la restante struttura.

Per quanto riguarda le verifiche del terreno fondazionale e delle strutture di fondazione vanno tenuti presenti, anche in zone non sismiche, i criteri e le indicazioni espresse al comma 1 del p.to B.10 del D.M.16.01.1996 "Norme tecniche per le costruzioni in zone sismiche".

Il Paragrafo 3. "Norme di riferimento" concerne l'impiego degli Eurocodici. I riferimenti ad altre norme europee, contenuti negli Eurocodici, non sono utilizzabili in quanto dette norme non sono recepite; pertanto, a tale riguardo, fermo restando l'obbligo di seguire le prescrizioni dei DAN (Sezioni III), si deve far riferimento alle indicazioni generali contenute nelle Norme Tecniche o, in assenza di qualsiasi indicazione, alle norme nazionali pertinenti.

Al paragrafo 7 "Azioni di calcolo" si trovano le disposizioni riguardanti le azioni e le relative combinazioni di calcolo per le verifiche agli stati limite ultimi e di esercizio e per le verifiche col metodo delle tensioni ammissibili .

Al riguardo, si precisa che:

- le azioni sulle costruzioni da considerare nella progettazione sono indipendenti sia dal criterio di verifica (dunque valgono per il metodo agli stati limite, per le verifiche secondo gli Eurocodici ed infine per il metodo delle tensioni ammissibili secondo il D.M. 14.2.1992), sia dalla tecnica costruttiva (dunque valgono per strutture in c.a., c.a.p. e acciaio) e devono essere conformi alle disposizioni contenute nelle norme tecniche per i carichi e sovraccarichi e nella relativa circolare.
- le combinazioni delle azioni da considerare per tutti i metodi di verifica agli stati limite (e quindi anche per le applicazione degli Eurocodici, come precisato nelle pertinenti Sezioni III) sono quelle specificate nel citato paragrafo 7; per le verifiche alle tensioni ammissibili valgono i criteri di combinazione ben noti (condizione più sfavorevole per le strutture in c.a. ed in c.a.p. ; condizioni di carico I e II per le strutture in acciaio) di cui al D.M. 14.2.1992.

Circa le combinazioni delle azioni per le verifiche agli stati limite, è da segnalare la seguente innovazione.

Il coefficiente parziale dei carichi permanenti per le verifiche agli stati limite ultimi e' ora pari a 1,4 (valore precedente 1,5) per le combinazioni di carico nelle quali i carichi permanenti hanno effetto sfavorevole. Gli altri coefficienti parziali restano immutati.

I coefficienti di combinazione ψ, già indicati in Circolare, sono ora riportati nel testo delle Norme Tecniche. Tali valori sono comunque da considerare con cautela.

Le caratteristiche dei materiali, analogamente a quanto detto per le azioni, sono anch'esse indipendenti dal metodo di verifica adottato. In particolare, i materiali devono possedere i requisiti stabiliti nella Sezione I della Parte I - Cemento armato normale e precompresso e nella Sezione I della Parte II - Acciaio.

Sostanzialmente indipendenti dal metodo di verifica adottato nella progettazione, sono altresì gli adempimenti di collaudo statico delle strutture, che verranno illustrati nel successivo punto H.

A.4. Parte I - CEMENTO ARMATO NORMALE E PRECOMPRESSO

A.4.1. Sezione I - Prescrizioni generali e comuni

Questa sezione raccoglie le prescrizioni riguardanti i materiali, i prodotti ed il collaudo statico che nel D.M: 14.2. 1992 erano contenuti nei capitoli 2 ed 8 della Parte I.

Si segnalano, in particolare, i seguenti punti riguardanti gli acciai per cemento armato.

a) Acciai forniti in rotoli

Viene imposto il limite di 14 mm al diametro massimo degli acciai da c.a. forniti in rotoli al fine di evitare l'impiego di barre che, in conseguenza del successivo raddrizzamento, potrebbero presentare un decadimento eccessivo delle caratteristiche meccaniche. Tuttavia, in casi eccezionali, adeguatamente motivati, il Servizio tecnico centrale, sentito il Consiglio superiore dei lavori pubblici, potrà concedere eventuali deroghe.

b) Caratteristiche meccaniche degli acciai

Il progettista, nei casi indicati dalla norma, ha l'obbligo di dichiarare, nella relazione illustrativa sui materiali, i limiti dei rapporti

$$f_y / f_{yk} \quad e \quad (f_t / f_y)_{medio}$$

posti a base del calcolo.

Tale disposizione rappresenta soprattutto un segnale per i progettisti affinché prestino la dovuta attenzione alle effettive caratteristiche meccaniche degli acciai impiegati, che, sempre più spesso, presentano valori delle tensioni caratteristiche di snervamento f_{yk} e di rottura f_{tk} sensibilmente superiori ai minimi prescritti dalla norma ed indicati nel Prospetto 2-I, Parte I, Sezione I.

Quanto sopra ha lo scopo di evitare:

- una eccessiva dispersione dei valori delle tensioni di snervamento, resa possibile dagli elevati valori di f_{yk} degli acciai prodotti rispetto ai minimi indicati nel citato Prospetto 2-I;

- che l'impiego di acciai con valori troppo elevati della tensione di snervamento, non previsti in sede di calcolo, possa vanificare le ipotesi assunte per il calcolo del momento di rottura della sezione e favorire l'instaurarsi di meccanismi di rottura fragile;
- l'impiego di materiale fragile con tensione di snervamento troppo vicina alla tensione di rottura.

Tali limitazioni risultano maggiormente significative quando sia importante garantire il requisito di duttilità e cioè in presenza di azioni sismiche e tutte le volte che, nelle verifiche, si operi la ridistribuzione delle sollecitazioni.

In tali casi, pertanto, il progettista deve dichiarare, nella relazione sui materiali, i limiti dei suddetti rapporti.

Da ciò ne deriva anche un obbligo per i produttori di acciaio i quali, con riferimento agli stessi campioni che hanno concorso a determinare le tensioni caratteristiche di snervamento e di rottura di cui alle espressioni (c) dell'Allegato 4, sono tenuti a far annotare sui certificati di prova i valori dei rapporti f_y / f_{yk} e la media del rapporto f_t / f_y (con n = 25 oppure 75 a seconda che il produttore si avvalga o meno della suddivisione in gruppi di diametri).

E' chiaro altresì che i suddetti rapporti devono essere determinati soltanto in fase di controllo nello stabilimento di produzione mentre non e' richiesta alcuna verifica specifica in cantiere.

I simboli adottati hanno il seguente significato:

f_y è il singolo valore della tensione di snervamento rilevato sperimentalmente;

f_{yk} e il valore nominale di riferimento della tensione caratteristica di snervamento dei tipi di acciaio indicati nel Prospetto II - 1, e cioè
f_{yk} = 375 N/mm² per Fe B 38k,
f_{yk} = 430 N/mm² per Fe B 44k;

f_t e il singolo valore della tensione di rottura rilevato sperimentalmente.

Il direttore dei lavori ed il collaudatore, ciascuno per la parte di propria competenza, sono tenuti a verificare la corrispondenza dei limiti indicati dal progettista nella propria relazione sui materiali con i risultati delle prove riportati sui certificati che accompagnano le forniture dei materiali, rilasciati dai laboratori ufficiali incaricati delle prove di verifica della qualità degli acciai presso gli stabilimenti di produzione.

Le limitazioni di cui sopra, che appaiono per la prima volta nelle norme per tener conto anche della diffusa sismicità del territorio nazionale, risultano rilevanti anche al fine di orientare la produzione degli acciai da c.a. verso il raggiungimento di caratteristiche atte a garantire maggiormente la qualità e la sicurezza delle costruzioni.

In questa prima fase applicativa, per indirizzare i progettisti nella definizione di tali limiti, tenuto conto sia delle caratteristiche degli acciai da c.a. attualmente prodotti, sia dei valori raccomandati in sede europea, possono assumersi, in via orientativa, i seguenti valori:

$$f_y / f_{yk} \leq 1{,}35 \quad e \quad (f_t / f_y)_{medio} \geq 1{,}13$$

Tenuto conto della obbiettiva innovazione introdotta dalle disposizione, i suddetti valori saranno, con successive circolari, variati in relazione alle esperienze che verranno acquisite in materia ed alla necessità di allineare tali valori a quelli consigliati dai più recenti studi normativi, anche a livello europeo.

In considerazione anche della attuale situazione di incertezza nel processo di standardizzazione degli acciai in Europa, si e' ritenuto prudenziale, per il momento, non introdurre nel testo altri tipi di acciai.

c) Reti e tralicci elettrosaldati

Viene stabilito che il trattamento termico, previsto al punto 2.2.1 per le prove degli acciai deformati a freddo, non si applica alle reti ed ai tralicci di acciaio elettrosaldati.

d) Controllo in cantiere o nel luogo di lavorazione delle barre o di formazione dei cavi. Marchiatura per identificazione.

Allo scopo di consentire un più efficace controllo, nella fase di utilizzazione in cantiere o nel luogo di lavorazione delle barre, della qualità dell'acciaio, che, come noto, deve esser provvisto di apposito marchio di produzione, viene prescritto che i certificati di prova devono riportare l'indicazione del marchio identificativo rilevato sui campioni e che, qualora i campioni fossero sprovvisti di tale marchio, oppure il marchio non dovesse rientrare tra quelli depositati presso il Servizio tecnico centrale; dovrà essere riportata specifica annotazione sul certificato di prova. In questi ultimi casi il certificato non potrà essere tenuto in conto ai fini del controllo di accettazione.
Con riferimento al punto 2.2.9 della Parte I, Sezione I, si rammenta che non è consentito l'impiego di acciai privi di marchio regolarmente depositato.
E' appena il caso di ricordare che le norme assegnano alla responsabilità del direttore dei lavori l'obbligo di rispettare tale adempimento.

A.4.2. Sezione II - Metodo agli stati limite

Questa sezione raccoglie le prescrizioni riguardanti le norme di calcolo, le regole pratiche di progettazione, le norme di esecuzione nonché le norme complementari relative ai solai che nel precedente D.M. 14.2.92 erano contenute nei capitoli 4, 5, 6 e 7. Anche alcune parti del capitolo A della Circolare 24 giugno 1993 n.37406/STC sono state raccolte in questa sezione delle norme, che, in sostanza, non presenta elementi innovativi di rilievo.
Particolare attenzione e' stata rivolta ai paragrafi concernenti le verifiche allo stato limite delle tensioni di esercizio, che differiscono da quelle indicate nel precedente D.M. 14.2.92 e nella relativa Circolare; analogamente, particolare cura e' stata adottata nel redigere la Sezione III.
L'esigenza di tenere sotto controllo le tensioni di esercizio, ossia le compressioni nel calcestruzzo e le tensioni nell'acciaio, deriva da piu considerazioni tra le quali se ne evidenziano due:
- compressioni eccessive possono causare microfessurazioni ed influire negativamente sulla durabilità;
- lo stato di tensione di esercizio ha una elevata probabilità di verificarsi concretamente durante la vita della struttura.
Pertanto, e' apparso opportuno, ed anche in armonia con l'Eurococodice 2, legare i suddetti limiti alle condizioni ambientali, pervenendo cosi' ai valori che, per comodità, si riportano di seguito in forma sintetica.

Cemento armato normale
- Limiti per le compressioni in esercizio nel calcestruzzo

combinazione di carico	ambiente poco aggressivo (a)	ambiente moderatamente aggressivo (b)	ambiente molto aggressivo (c)
rara	0,60 f_{ck}	0,60 f_{ck}	0,50 f_{ck}
quasi permanente	0,45 f_{ck}	0,45 f_{ck}	0,40 f_{ck}

- Limiti per le trazioni in esercizio nell'acciaio
combinazione di carico rara: 0,70 f_{yk}

Cemento armato precompresso
- Limiti per le compressioni in esercizio nel calcestruzzo

combinazione di carico	ambiente poco aggressivo (a)	ambiente moderatamente aggressivo (b)	ambiente molto aggressivo (c)
rara	0,60 f_{ck}	0,60 f_{ck}	0,50 f_{ck}
quasi permanente	0,45 f_{ck}	0,45 f_{ck}	0,40 f_{ck}
all'atto della precompressione	0,60 f_{ckj}	0,60 f_{ckj}	0,60 f_{ckj}

Sono stati, infine, adeguati al metodo agli stati limite i requisiti minimi per le staffe (punto 5.3.2.) e per le armature longitudinali dei pilastri (punto 5.3.4.).

Pertanto:

- nelle travi si devono prevedere staffe aventi sezione complessiva non inferiore a

$$A_{st} = 0,10\ (1+0,15d/b)b\ cm^2/m$$

in cui b è lo spessore minimo, in cm, dell'anima della trave ed in cui si può porre d=0,9 h con h=altezza della sezione;

- nei pilastri soggetti a compressione centrata od eccentrica l'area minima di armatura longitudinale deve essere pari a:

$$0,15\ N_{sd}/f_{yd}$$

dove, anche a chiarimento del testo contenuto nel D.M., si precisa che
N_{sd} è la forza normale di calcolo (allo stato limite ultimo),
f_{yd} è il valore di calcolo della tensione di snervamento dell'armatura ordinaria.

Nessun aggiornamento ha subito il capitolo contenente le norme complementari relative ai solai, salvo alcune precisazioni circa la frequenza delle prove sui blocchi.

A.4.3. Sezione III - Eurocodice 2 UNI ENV 1992-1-1: Criteri e prescrizioni

Questa sezione costituisce il Documento di Applicazione Nazionale (DAN) per l'impiego dell'Eurocodice 2 Progettazione delle strutture di calcestruzzo Parte 1-1: Regole generali e regole per gli edifici (EC2-1-1), pubblicato dal CEN (Comitato Europeo di Normalizzazione), nelle tre lingue ufficiali dell'Unione Europea (inglese, francese e tedesco) e per l'Italia dall'UNI con la sigla UNI ENV 1992-1-1 (gennaio 1993). La Sezione III fornisce, pertanto, le prescrizioni sostitutive, integrative o soppressive del testo di riferimento di EC2-1-1.

Va ribadito, onde evitare interpretazioni estensive che vadano al di là della portata della Sezione III, che si intende rendere applicabile soltanto la UNI ENV 1992 - 1 - 1 (gennaio 1993), con esclusione delle appendici; pertanto, non sono da intendersi comprese le parti aggiuntive. In proposito si richiama anche quanto già precisato nella introduzione.

Il campo di applicazione di EC2-1-1 interessa prioritariamente le strutture in c.a. e in c.a.p. relative agli edifici, ma la norma contiene anche prescrizioni applicabili ai ponti, alle strutture prefabbricate ed alle altre opere in calcestruzzo, prescrizioni che vanno integrate con le norme nazionali specifiche per le singole tipologie: in particolare, per i ponti, il D.M. 4.5.90 e, per le strutture prefabbricate, il D.M. 3.12.87 (ed eventuali loro successive modifiche e integrazioni).

Per le verifiche relative al terreno di fondazione e, in alcuni casi, per le verifiche delle fondazioni stesse, che vengono studiate con criteri diversi da quelli su cui e' basata la sicurezza strutturale nell'ambito di EC2-1-1, si debbono considerare, caso per caso, le implicazioni conseguenti, adottando le opportune correzioni.

Nella Sezione III, viene ripreso integralmente il testo dei capoversi di EC2-1-1, richiamati con la propria numerazione, nei quali sono introdotte prescrizioni sostitutive, integrative o soppressive. Vi sono anche riportate delle ulteriori indicazioni, come, ad esempio, quelle relative ai materiali.

In questa sezione, in particolare, vengono definiti i livelli di sicurezza strutturale, attraverso la adozione di opportuni coefficienti parziali di sicurezza e di valori per quelle quantità che in EC2-1-1 risultano incasellate in quanto la loro definizione e' riservata alle singole autorità nazionali.

Come indicato nel precedente punto 2 della Parte Generale, si ricorda che anche per le applicazioni di EC2-1-1 restano obbligatori i seguenti riferimenti:
- per le azioni : "Criteri generali per la verifica di sicurezza ed i carichi e sovraccarichi"
- per materiali e prodotti : "Capitolo 2 della Sezione II"
- per il collaudo statico: "Capitolo 3 della Sezione I"
- per le norme complementari relative ai solai: "Capitolo 7 della Sezione II".

Si ricorda inoltre che, per quanto concerne il collaudo statico, oltre alle prescrizioni di cui al Capitolo 3 della Sezione 1, sopracitate, vanno anche rispettate, per quanto non in contrasto con le Norme Tecniche, le disposizioni contenute nel Capitolo 7 di EC2-1-1, inerenti i controlli di qualità.

A.4.4. Suggerimenti operativi

A.4.4.1. Impiego del metodo delle tensioni ammissibili

Il progettista che intenda operare con il metodo delle tensioni ammissibili deve fare riferimento ai seguenti documenti normativi:

a) le norme tecniche di cui al D.M. 14.2.92.
Da queste e dalla relativa circolare 24 giugno 1993 n.37406/STC si traggono le prescrizioni riguardanti le combinazioni delle azioni, ovverosia le "condizioni di carico", le norme di calcolo relative al metodo delle tensioni ammissibili, le regole pratiche di progettazione e le norme di esecuzione che accompagnano lo stesso metodo ed infine le norme complementari relative ai solai.

b) le norme vigenti sui carichi e sovraccarichi.
Da queste e dalla relativa circolare, si traggono le prescrizioni circa le azioni da considerare nel calcolo

c) le norme vigenti per le costruzioni sismiche.
Da queste, e dalla relativa circolare, si traggono le prescrizioni ulteriori per le costruzioni ubicate nelle zone classificate sismiche.

d) le norme tecniche di cui al D.M. 9.1.96.
Da queste e dalla presente circolare si traggono le prescrizioni circa i materiali e prodotti ed il collaudo statico, con l'avvertenza, per quest'ultimo, che la condizione di carico di cui al p.to 3.2 "Prove di carico", comma 4, della parte prima equivale, nel metodo delle tensioni ammissibili, a quella che realizza le sollecitazioni massime di progetto.

A.4.4.2. Impiego del metodo degli stati limite

Il progettista che intenda operare con il metodo degli stati limite nella versione nazionale deve fare riferimento ai seguenti documenti normativi:

a) le norme tecniche di cui al D.M. 9.1.96.

Da queste e dalla presente circolare si traggono le prescrizioni circa i materiali e prodotti, le operazioni di collaudo statico, le combinazioni di carico e tutte le norme generali di calcolo relative al metodo degli stati limite.

b) le norme vigenti sui carichi e sovraccarichi.
Da queste, e dalla relativa circolare; si traggono le prescrizioni circa le azioni da considerare nel calcolo.

c) le norme vigenti per le costruzioni sismiche.
Da queste e dalla relativa circolare si deducono le prescrizioni ulteriori per le costruzioni ubicate nelle zone classificate sismiche.

A.4.4.3. Impiego dell'Eurocodice 2

Il progettista che intenda operare con il metodo agli stati limite, come da Eurocodice 2, deve fare riferimento ai seguenti documenti normativi:

a) le norme tecniche di cui al D.M. 9.1.96.
Da queste e dalla presente circolare si traggono le prescrizioni circa i materiali e prodotti, le operazioni di collaudo statico, le combinazioni di carico, le norme complementari relative ai solai e tutte le prescrizioni della Sezione III (DAN).

b) le norme UNI ENV 1992-1-1 (gennaio 1993) Eurocodice 2.
Il contenuto di questo testo deve essere impiegato sulla base delle prescrizioni contenute nella Sezione III delle Norme Tecniche (DAN), tenendo presente che queste ultime prevalgono su UNI ENV 1992-1-1 Eurocodice 2.

c) le norme vigenti sui carichi e sovraccarichi.
Da queste e dalla relativa circolare si traggono le prescrizioni circa le azioni da considerare nel calcolo.

d) le norme vigenti per le zone costruzioni sismiche.
Da queste e dalla relativa circolare si deducono le prescrizioni ulteriori per le costruzioni ubicate nelle zone classificate sismiche.

A.5. Parte II - ACCIAIO

A.5.1. Sezione I - Prescrizioni generali e comuni

Questa sezione raccoglie le prescrizioni riguardanti i materiali, i prodotti ed il collaudo statico che nel D.M. 14.2.1992 erano contenuti nei capitoli 2 e 7 della Parte II.
Si segnalano in particolare i seguenti 2 punti.

a) Le prescrizioni sui materiali e prodotti presentano alcune innovazioni che tengono conto della UNI EN 10025 (gennaio 1992) per ciò che concerne le caratteristiche meccaniche degli acciai laminati per profilati, barre, piatti e lamiere.
Sono pertanto più articolati, in funzione dello spessore, i valori della resistenza a rottura, dello snervamento, dell'allungamento a rottura e della resilienza; vengono riportate le limitazioni superiori della resistenza a rottura; si introduce il grado DD per l'acciaio Fe 510.

b) Circa i bulloni, la classe 6.6 è stata eliminata e sostituita con la classe 6.8.

A.5.2. Sezione II - Metodo degli Stati Limite

Questa Sezione e' ripresa, per la maggior parte, dal D.M. 14.2.92. Sono aboliti i riferimenti alle tensioni ammissibili, restano invariate le resistenze di calcolo, sono adeguate alcune prescrizioni che facevano riferimento alle tensioni ammissibili, sono aggiornati i riferimenti alla normativa nazionale ed europea.

Si segnala che nell'ultimo capoverso del p.to 4.4, ove si stabilisce il valore della forza di trazione nei bulloni, a seguito del serraggio, appare, per un refuso, la tensione di snervamento f_y anzichè la resistenza di calcolo a trazione dei bulloni $f_{d,N}$.

Gli adeguamenti riguardano i punti 5.4. "Archi", 5.5. "Telai" e 6. "Verifiche Mediante Prove su Strutture Campione e su Modelli".

Inoltre e' stato modificato il punto 4.9 "Norme particolari per elementi inflessi": tale modifica e' connessa con l'aggiornamento delle norme sui carichi e sovraccarichi sulle costruzioni, che comportano, tra l'altro, incrementi dei carichi di neve e vento.

Quindi, ai fini delle verifiche di esercizio, per tener conto del ridotto periodo di ritorno da considerare, le azioni relative a neve e vento possono essere ridotte, a giudizio del progettista, fino al 70% .

Le stesse riduzioni possono applicarsi anche nel caso in cui le verifiche siano effettuate con il metodo delle tensioni ammissibili o utilizzando l'Eurocodice 3.

A.5.3. Sezione III - Eurocodice 3 UNI ENV 1993-1-1: Criteri e prescrizioni

Questa sezione costituisce il Documento di Applicazione Nazionale (DAN) per l'impiego dell'Eurocodice 3 Progettazione delle strutture di acciaio Parte 1-1: Regole generali e regole per gli edifici (EC3-1-1), pubblicato dal CEN (Comitato Europeo di Normalizzazione) nelle tre lingue ufficiali dell'Unione Europea (inglese, francese e tedesco) e per l'Italia dall'UNI con la sigla UNI ENV 1993-1-1 (giugno 1994). La Sezione III fornisce, pertanto, le prescrizioni sostitutive, integrative o soppressive del testo di riferimento di EC3-1-1.

Va ribadito, onde evitare interpretazioni estensive che vadano al di là della portata della Sezione III, che si intende rendere applicabile soltanto UNI ENV 1993 - 1 - 1 (giugno 1994), con esclusione delle appendici; pertanto, non sono da intendersi comprese le parti aggiuntive. In proposito si richiama anche quanto già precisato nella introduzione.

Il campo di applicazione di EC3-1-1 interessa prioritariamente le strutture in acciaio relative agli edifici, ma la norma contiene anche prescrizioni applicabili ai ponti, alle strutture prefabbricate ed alle altre opere in acciaio, prescrizioni che vanno integrate con le norme nazionali specifiche per le singole tipologie: in particolare, per i ponti, il D.M. 4.5.90 (ed eventuali sue successive modifiche e integrazioni).

Per le verifiche relative al terreno di fondazione e, in alcuni casi, per le verifiche delle fondazioni stesse, che vengono studiate con criteri diversi da quelli su cui è basata la sicurezza strutturale nell'ambito di EC3-1-1, si debbono considerare, caso per caso, le implicazioni conseguenti, adottando le opportune correzioni.

Nel prospetto 8.1 sono indicati i valori dei coefficienti γ_m (coefficienti di sicurezza parziali delle resistenze) da adottare nell'applicazione dell' Eurocodice 3.

Per quanto riguarda i carichi ed i sovraccarichi e loro combinazioni, per le verifiche agli stati limite ultimi e di esercizio, viene fatto rinvio alla Parte Generale (dove sono anche definiti i coefficienti di sicurezza parziali per le azioni).

Quindi, vengono fornite le prescrizioni relative ai singoli punti dell'Eurocodice, mantenendone la stessa numerazione.

Vengono di seguito brevemente richiamati i punti dell'Eurocodice 3, oggetto di particolari prescrizioni .

Poiché nell'Eurocodice 3 non compaiono indicazioni circa gli spessori minimi, richiami in tal senso sono stati introdotti al punto 2.4. Durabilità.

Nell'Eurocodice 3 i requisiti dell'acciaio strutturale (punto 3.2.) fanno riferimento alle sole caratteristiche principali di resistenza (tensione di snervamento f_y e di rottura f_u) e pertanto sono integrati dalle prescrizioni di cui al punto 2. "Materiali e Prodotti" della

Sezione I - Parte II - Acciaio; in particolare si sottolinea il problema della tenacità del materiale da impiegare nelle strutture saldate e le precauzioni circa la fragilità alle basse temperature (punto 2.3.2. della Sezione I - Parte II).

Poiché nell'Eurocodice 3 non compaiono limiti superiori per la snellezza delle membrature compresse, limitazioni al riguardo sono state introdotte al paragrafo 4.2.1. con apposito comma integrativo.

Il capitolo dell'Eurocodice 3, relativo all'analisi statica (5.2. Calcolo delle forze interne e dei momenti) contiene alcune indicazioni che non risultano adeguate ai più recenti risultati disponibili; pertanto sono indicate le opportune varianti.

Il capitolo 6.6. si riferisce ai collegamenti saldati: nel capitolo si richiamano le prescrizioni e cautele contenute nella Sezione II (in forma sintetica) e nella CNR 10011/86 (in forma più estesa).

Analogamente, il capitolo 7., che si riferisce alla fabbricazione e montaggio, è integrato con le prescrizioni contenute nella Sezione II (in forma sintetica) e nella CNR 10011/86 (in forma più estesa).

Si ricorda che, per quanto concerne il collaudo statico, oltre alle prescrizioni di cui al Capitolo 3 della Sezione 1, vanno anche rispettate, per quanto non in contrasto con le Norme Tecniche, le disposizioni contenute in EC3-1-1 inerenti i controlli di qualità.

A.5.4. Suggerimenti operativi

A.5.4.1. Impiego del metodo delle tensioni ammissibili

Il progettista che intenda operare con il metodo delle tensioni ammissibili deve fare riferimento ai seguenti documenti normativi:

a) le norme tecniche di cui al D.M. 14.2.92.
Da queste e dalla relativa circolare 24 giugno 1993 n.37406/STC si traggono le prescrizioni riguardanti le combinazioni delle azioni, ovverosia le "condizioni di carico", le norme di calcolo relative al metodo delle tensioni ammissibili, le regole pratiche di progettazione e le norme di esecuzione che accompagnano lo stesso metodo ed infine le norme complementari relative ai solai.

b) le norme vigenti sui carichi e sovraccarichi.
Da queste e dalla relativa circolare, si traggono le prescrizioni circa le azioni da considerare nel calcolo

c) le norme vigenti per le costruzioni sismiche.
Da queste, e dalla relativa circolare, si traggono le prescrizioni ulteriori per le costruzioni ubicate nelle zone classificate sismiche.

d) le norme tecniche di cui al D.M. 9.1.96.
Da queste e dalla presente circolare si traggono le prescrizioni circa i materiali e prodotti ed il collaudo statico, con l'avvertenza, per quest'ultimo, che la condizione di carico di cui al p.to 3.2 "Prove di carico", comma 4, della parte prima equivale, nel metodo delle tensioni ammissibili a quella che realizza le sollecitazioni massime di progetto.

Inoltre dalle Istruzioni CNR 10011/86 si possono trarre informazioni progettuali di dettaglio relative al metodo delle tensioni ammissibili e più dettagliate regole pratiche di progettazione e costruzione.

A.5.4.2. Impiego del metodo degli stati limite

Il progettista che intende operare con il metodo degli stati limite nella versione nazionale deve fare riferimento ai seguenti documenti normativi:

a) le norme tecniche di cui al D.M. 9.1.96.
   Da queste e dalla presente circolare si traggono le prescrizioni circa i materiali, le operazioni di collaudo statico, le combinazioni di carico e tutte le norme generali di calcolo relative al metodo degli stati limite.
b) le norme vigenti sui carichi e sovraccarichi.
   Da queste, e dalla relativa circolare, si traggono le prescrizioni circa le azioni da considerare nel calcolo.
c) le norme vigenti per le costruzioni sismiche.
   Da queste e dalla relativa circolare si deducono le prescrizioni ulteriori per le costruzioni ubicate nelle zone classificate sismiche.

Inoltre dalle Istruzioni CNR 10011/86 si possono trarre informazioni progettuali di dettaglio relative al metodo degli stati limite e più dettagliate regole pratiche di progettazione e costruzione.

A.5.4.3. Impiego dell' Eurocodice 3

Il progettista che intende operare con il metodo degli stati limite come da Eurocodice 3 deve fare riferimento ai seguenti documenti normativi:

a) le norme tecniche di cui al D.M. 9.1.96.
   Da queste e dalla presente circolare si traggono le prescrizioni circa i materiali, le operazioni di collaudo statico, le combinazioni di carico, le norme complementari relative ai solai e tutte le prescrizioni della Sezione III (DAN).
b) le norme UNI ENV 1993-1-1 (giugno 1994) Eurocodice 3.
   Il contenuto di questo testo deve essere impiegato sulla base delle prescrizioni contenute nella Sezione III delle Norme Tecniche (DAN), tenendo presente che queste ultime prevalgono su UNI ENV 1993-1-1 Eurocodice 3.
c) le norme vigenti sui carichi e sovraccarichi.
   Da queste e dalla relativa circolare si traggono le prescrizioni circa le azioni da considerare nel calcolo.
d) le norme vigenti per le zone costruzioni sismiche.
   Da queste e dalla relativa circolare si deducono le prescrizioni ulteriori per le costruzioni ubicate nelle zone classificate sismiche.

Inoltre dalle Istruzioni CNR 10011/86 si possono trarre informazioni progettuali di dettaglio relative al metodo degli stati limite e più dettagliate regole pratiche di progettazione e costruzione.

B. Cemento armato normale e precompresso

B.1. Calcestruzzo

(Rif. to punti 2.1.1. Resistenza a compressione semplice e 2.1.8. Durabilità)

Per l'esecuzione delle opere in conglomerato cementizio armato, normale e precompresso, l'Allegato 2 delle Norme Tecniche stabilisce, tra l'altro, la frequenza dei controlli da eseguirsi in rapporto alla cubatura dei getti di conglomerati omogenei.

Si ravvisa, parimenti, la necessità che, ove non si disponga di adeguati specifici dati sperimentali, prima dell'inizio dell'esecuzione delle strutture suddette, vengano predisposte ed effettuate idonee prove preliminari per accertare che la resistenza del conglomerato risulti non inferiore a quella minima di progetto e per provvedere, ove ciò non si verificasse, ad apportare alla miscela le conseguenti modifiche.

La necessità di prove preliminari sussiste anche nel caso di impiego di calcestruzzi preconfezionati in centrali di betonaggio, quando siano da richiedere, con apposite prescrizioni di capitolato, adeguate garanzie di qualità da comprovarsi mediante documentazione di prove sistematiche effettuate presso i laboratori della centrale di betonaggio integrate da prove e relativa certificazione dei laboratori ufficiali.

È appena il caso di aggiungere che le prove preliminari o di qualificazione hanno solo carattere complementare e non possono in nessun caso ritenersi sostitutive delle indispensabili prove di controllo in cantiere, i cui certificati dovranno essere allegati alla "relazione a struttura ultimata" di cui all'art. 6 della legge 5 novembre 1971 n. 1086. Ciò vale in particolare per i calcestruzzi preconfezionati i quali, in relazione alle modalità ed ai tempi di trasporto in cantiere e messa in opera possono subire modifiche qualitative, anche sensibili.

Va infine tenuto presente che oltre ai requisiti di resistenza il calcestruzzo deve essere durevole, ossia deve essere in grado di proteggere le armature e di resistere soddisfacentemente alle condizioni ambientali e di lavoro cui è esposto durante la vita dell'opera.

Per tale funzione, la cui importanza è tanto maggiore quanto più aggressivo è l'ambiente circostante previsto, acquistano particolare importanza il rispetto dei requisiti indicati nel punto 6. "Norme di esecuzione" e, per il calcestruzzo, anche le indicazioni complementari contenute nella UNI 9858 (maggio 91).

B.2. Azioni di calcolo

(Rif.to punto 4.0.1.)

Le sollecitazioni di calcolo S_d si valutano applicando alla struttura le azioni di calcolo nelle combinazioni di cui al punto 7 della Parte Generale delle Norme Tecniche.

Gli effetti del "fluage" del conglomerato cementizio sono valutati in presenza delle combinazioni quasi permanenti alle quali potrà applicarsi, in casi specifici, un limitato fattore di maggiorazione.

B.3. Resistenze di calcolo

(Rif.to punto 4.0.2.)

Ai fini dell'utilizzo del coefficiente γ_c=1,5 si intendono in cemento armato precompresso quelle strutture in cui le tensioni di trazione in esercizio di cui al primo comma, lett. a) e b), del punto 4.3.4.5., non superino i limiti ivi indicati.

Negli altri casi (cemento armato normale o parzialmente precompresso):

$$\gamma_c=1,6$$

B.4. Strutture costituite da elementi mono-dimensionali
(Rif.to punto 4.1.1.)

Non è previsto il calcolo fondato sull'ipotesi di perfetta plasticità in quanto ha un campo di validità ristretto, per le limitate capacità di rotazione delle zone plasticizzate.

B.4.1. Calcolo non lineare
(Rif.to punto 4.1.1.1.)

L'ipotesi dell'accrescimento proporzionale delle azioni non potrà essere assunta ogni volta che azioni rilevanti possano ripetersi un elevato numero di volte (fatica), o i valori di calcolo delle azioni abbiano probabilità di verificarsi in modo ripetuto od alterno.

Normalmente, nell'analisi di travi continue o telai, le deformazioni dovute allo sforzo normale ed allo sforzo di taglio possono trascurarsi.

Le norme prevedono tre gradi di approssimazione del calcolo:

- l'adozione di leggi momenti-curvature per i tronchi elementari della struttura (raggiunta la fase plastica, tuttavia, la rotazione plastica nelle sezioni critiche dovrà essere limitata al valore θ_{pl} fornito dalle norme);
- la concentrazione delle rotazioni plastiche nelle sezioni critiche;
- la schematizzazione tri-lineare del diagramma momento- rotazione di ciascuna sezione critica, come appare dalla figura 1, che indica il modo di derivazione a partire dai valori caratteristici.

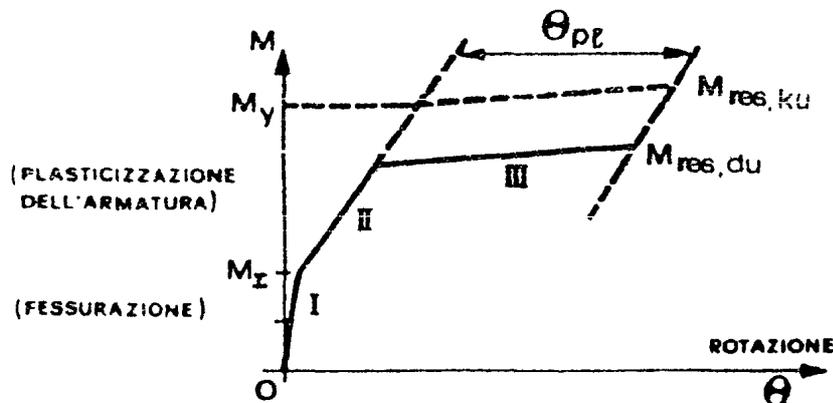



Fig. 1 - Diagramma momento-rotazione: idealizzazione tri-lineare

B.5. Verifiche allo stato limite ultimo
B.5.1. Verifica delle sezioni allo stato limite ultimo per sollecitazioni normali
(Rif.to punto 4.2.1.1.)

Le norme si applicano agli elementi monodimensionali a piccola curvatura nei quali la distanza fra i punti di momento nullo è almeno pari al doppio dell'altezza totale della sezione ed agli elementi bidimensionali piani.

La configurazione deformata della sezione è rappresentata da una retta che, a seconda dei casi, passa per uno dei tre punti A,B,C, indicati nella Fig.2.

Campo	DEFORMAZIONI SPECIFICHE ACCIAIO	DEFORMAZIONI SPECIFICHE CALCESTRUZZO	TIPO DI SOLLECITAZIONE	TIPO DI ROTTURA
$x = -\infty$ / 1 / $x = 0$	$10\permil$	—	TRAZIONE SEMPLICE O COMPOSTA	MASSIMA DEFORMAZIONE ACCIAIO TESO
2 / $x = 0{,}259\ d$	$10\permil$	$0 \leq \varepsilon_c \leq 3{,}5\permil$	FLESSIONE SEMPLICE O COMPOSTA	MASSIMA DEFORMAZIONE ACCIAIO TESO
3 / $x = x_l$	$10\permil < \varepsilon_s \leq \varepsilon_{yd}$	$3{,}5\permil$	FLESSIONE SEMPLICE O COMPOSTA	SNERVAMENTO ACCIAIO E SCHIACCIAMENTO CALCESTRUZZO
4 / $x = d$	$\varepsilon_{yd} < \varepsilon_s \leq 0$	$3{,}5\permil$	FLESSIONE SEMPLICE O COMPOSTA	SCHIACCIAMENTO CALCESTRUZZO
$x = h$ / 5	$(\varepsilon_s < 0)$	$3{,}5\permil$	FLESSIONE COMPOSTA	SCHIACCIAMENTO CALCESTRUZZO
6 / $x = +\infty$	$(\varepsilon_s < 0)$	$2\permil \leq \varepsilon_c \leq 3{,}5\permil$	COMPRESSIONE SEMPLICE O COMPOSTA	SCHIACCIAMENTO CALCESTRUZZO E SNERVAMENTO ACCIAIO COMPRESSO

Fig. 2 - Diagramma di deformazione allo stato limite ultimo

Il dominio di sicurezza è limitato da una curva (o da una superficie nel caso di flessione deviata) di interazione momento flettente-sforzo assiale. L'estremità del vettore che definisce la sollecitazione di calcolo ultima S_{du} deve trovarsi all'interno del dominio la cui frontiera corrisponde alla sollecitazione resistente ultima R_{du}.

Sugli assi di riferimento la relazione di sicurezza $S_{du} \leq R_{du}$ si applica direttamente; ad esempio:
- in trazione semplice: $N_{Sdu} \leq N_{Rdu}$
- in flessione semplice: $M_{Sdu} \leq M_{Rdu}$

Nel caso di pressoflessione si può adottare, per la sicurezza, la relazione cautelativa:

$$\frac{N_{Sdu}}{N_{Rdu}} + \frac{M_{Sdu}}{M_{Rdu}} \leq 1$$

B.5.2. Sicurezza
(Rif.to punto 4.2.1.2.)

Condizioni di sollecitazione.

Salvo più accurata indagine effettuata secondo le norme di cui al punto 4.1., si dovranno considerare le seguenti sollecitazioni:
- per le travi: il massimo e il minimo momento flettente;
- per i pilastri e comunque per gli elementi pressoinflessi, in mancanza di una più appropriata indagine sulle combinazioni delle azioni: il massimo ed il minimo momento flettente associati ai rispettivi sforzi normali concomitanti; il minimo e il massimo sforzo normale associati ai rispettivi momenti flettenti concomitanti.

I rischi inerenti ai fenomeni di instabilità locali dovranno essere oggetto di controlli specifici.

B.5.3. Diagrammi di calcolo tensioni- deformazioni del calcestruzzo
(Rif.to punto 4.2.1.3.)

Il coefficiente 0,85 tiene conto della riduzione di resistenza a compressione conseguente alle modalità di applicazione del carico (ad esempio carico applicato in permanenza); non è pertanto un coefficiente di sicurezza.

Per determinare le caratteristiche di sollecitazione con calcolo non lineare è preferibile ricorrere a rappresentazioni più fedeli della legge di deformazione.

B.5.4. Diagrammi di calcolo tensione-deformazione dell'acciaio
(Rif.to punto 4.2.1.4.)

I requisiti generali di duttilità devono essere in accordo con quanto specificato al punto 2.2. per l'acciaio da cemento armato normale e 2.3. per l'acciaio da cemento armato precompresso ed ai relativi allegati 3,4 e 5.

Il diagramma di calcolo tensioni-deformazioni è schematizzato con una bilatera, il primo tratto della quale ha pendenza corrispondente al modulo di elasticità E_s ed il secondo tratto è generalmente orizzontale con ordinata iniziale pari a:

f_{yk}/γ_s per l'acciaio ordinario da cemento armato normale (fig. 3a)

$0,9 \cdot f_{yk}/\gamma_s$ per l'acciaio da precompressione (fig. 3b)

Per l'acciaio da cemento armato precompresso il diagramma di calcolo può essere altresì schematizzato con una bilatera il cui secondo tratto è inclinato (fig. 3b) e termina nel punto di ascissa $\varepsilon = 0{,}01$ ed ordinata f_{ptk}/γ_s.

a) acciaio ordinario *b) acciaio da.precompressione*

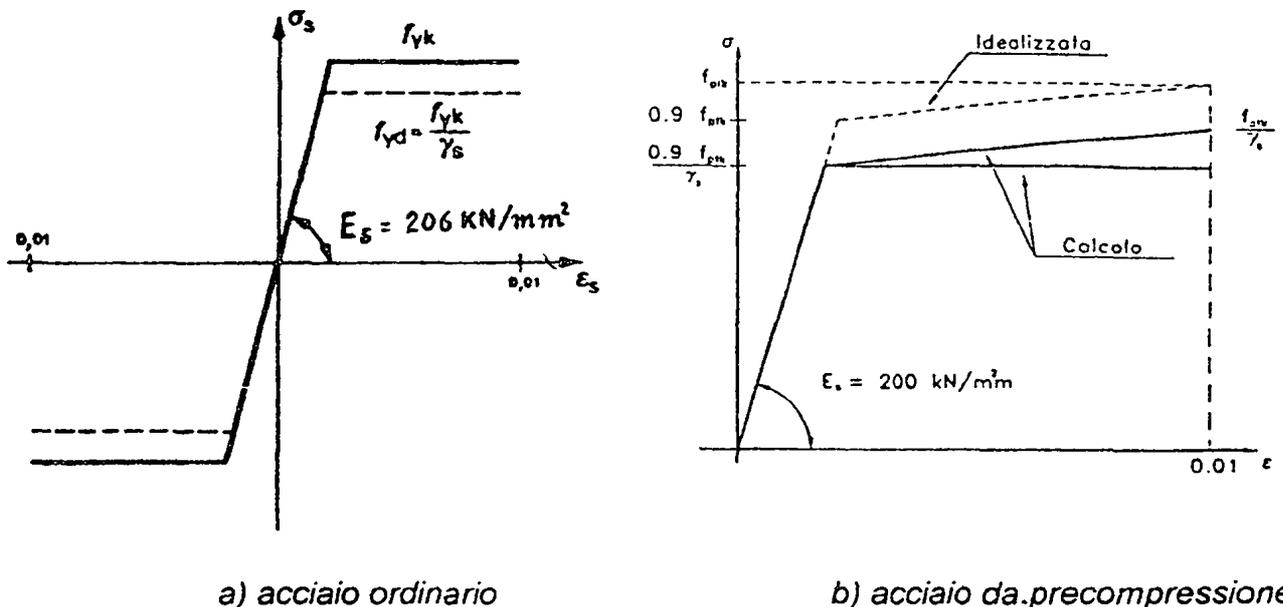



Fig 3 - Diagramma di calcolo σ- ε

Nelle zone di appoggio delle travi continue in cui le sezioni sono calcolate come rettangolari, possono prendersi in conto le armature tese eventualmente contenute nella piattabanda su una larghezza al massimo pari alla larghezza dell'appoggio aumentata di un quinto della distanza fra i punti di momento nullo a cavallo dell'appoggio.

Le armature compresse devono essere contenute all'interno di staffe chiuse che rispettino le prescrizioni sulle distanze delle armature.

Nel caso di armature tese, disposte in più strati in zona ristretta, la deformazione limite 0,01 può essere assunta al livello baricentrico delle armature.

La deformazione totale delle armature di precompressione allo stato limite ultimo, qualunque sia la loro posizione nella sezione, deve essere valutata tenendo conto dell'allungamento preventivamente imposto (oppure corrispondente al valore caratteristico dello sforzo di precompressione assunto nei calcoli).

B.5.5. Armature di precompressione non aderenti
(Rif.to punto 4.2.1.6.)

Si considerano armature di precompressione non aderenti quelle impiegate in elementi strutturali post-tesi nei quali le guaine sono permanentemente non iniettate oppure sono collocate al di fuori della sezione di calcestruzzo anche se eventualmente conglobate *a posteriori* nel calcestruzzo o protette con un rivestimento.

Non rientrano in questa categoria gli elementi precompressi con cavi collocati al di fuori dell'inviluppo della struttura di calcestruzzo, (quali ad es. gli archi in c.a. a spinta eliminata con tirante in c.a.p., travi strallate con cavi da precompressione, ecc.).

Si richiama l'attenzione sul fatto che, oltre alla riduzione di resistenza dovuta allo scorrimento relativo acciaio- calcestruzzo, il posizionamento dei cavi all'esterno della sezione di calcestruzzo comporta la perdita della coincidenza delle inflessioni tra il cavo e la sezione stessa al di fuori delle sezioni di ancoraggio e di deviazione. Tale circostanza

induce effetti del secondo ordine non trascurabili e rende di fatto incognita l'eccentricità dei cavi sotto carico.

B.5.6. Verifiche allo stato limite ultimo per sollecitazioni taglianti
(Rif.to punto 4.2.2.1.)

Il comportamento a rottura degli elementi in cemento armato normale e cemento armato precompresso sottoposti a prevalente sollecitazione di taglio dipende da un gran numero di parametri; non esistono metodi di calcolo semplici che coprano tutti i tipi di rottura e che tengano conto adeguatamente dei contributi alla resistenza di tutti gli elementi costituenti le membrature.
I metodi di calcolo agli stati limite fanno riferimento soltanto ai principali tipi di rottura imputabili al cedimento o del conglomerato d'anima o delle armature trasversali; i rischi inerenti ad altri tipi di rottura devono essere coperti da prescrizioni sui dettagli costruttivi (ancoraggi) e da limitazioni progettuali (interasse minimo delle armature trasversali, conformazione delle armature trasversali, ecc.)
Nel caso di travi parete, mensole corte, ecc., dovranno utilizzarsi metodi di calcolo fondati su ipotesi teoriche e risultati sperimentali chiaramente comprovati.
Le indicazioni contenute in questo punto possono applicarsi anche agli elementi bidimensionali piani caricati normalmente al loro piano medio (piastre) aventi armature orientate parallelamente alle relative isostatiche di trazione o, al più, divergenti dalle stesse di 15°.

B.5.7. Elementi senza armature trasversali resistenti al taglio
(Rif.to punto 4.2.2.2.)

Appartengono a questa categoria di strutture i solai monodimensionali. I metodi di calcolo relativi possono applicarsi anche alle travi poste su aperture di luce modesta.
Si considerano armature trasversali resistenti a taglio le staffe e le altre armature che collegano il corrente teso al corrente compresso della membratura.
Gli elementi sprovvisti di armatura resistente a taglio non devono essere soggetti ad apprezzabile sforzo normale di trazione affinché possa instaurarsi il meccanismo resistente arco tirante.

B.5.8. Verifica dell'armatura longitudinale
(Rif.to punto 4.2.2.3.3.)

Per travi precompresse, nei tratti in cui l'armatura di precompressione è inclinata, è consentito, nel calcolo di V_{rd}, assumere d costante ed uguale al suo valore massimo nel tratto considerato, purché l'armatura ordinaria longitudinale residua sia tale da rispettare la condizione imposta al punto 4.2.2.2.2. (verifica dell'armatura longitudinale in elementi senza armature trasversali resistenti al taglio).

B.5.9. Casi particolari

B.5.9.1. Componenti trasversali
(rif.to punto 4.2.2.4.1).
Si segnala che, nella formula relativa al taglio di calcolo, è stato erroneamente riportato il simbolo V_{rd} anzichè V_{Sd}.

B.5.9.2. Carichi in prossimità degli appoggi
(Rif.to punto 4.2.2.4.2).

Le prescrizioni di norma derivano dal comportamento secondo lo schema reticolare di Mörsch in presenza di carichi concentrati.

B.5.10. Carichi appesi o indiretti
(Rif.to punto 4.2.2.4.3.)

Il caso ricorre ad esempio quando:

a) i carichi sono applicati al lembo inferiore di una trave; alle staffe compete lo sforzo di sospensione oltre gli sforzi conseguenti al funzionamento a traliccio;

b) una trave si innesta ortogonalmente in un'altra di maggior rigidezza; le armature trasversali della trave principale sono anche impegnate a trasferire il carico trasmesso dalla trave portata;

c) muro di sostegno realizzato con soletta verticale e nervature interne: le staffe che collegano la soletta alle nervature, oltre gli sforzi del traliccio, riportano la spinta del terreno sulle nervature.

B.5.11. Deformazioni viscose
(Rif.to punto 4.2.4.5.)

Per tener conto delle deformazioni viscose l'eccentricità del primo ordine e_{1g} del carico permanente e quasi permanente può essere maggiorata in base all'espressione:

$$e_c = e_{1g}\left[\exp\left(\frac{\varphi_{(t_\infty,t_0)}\, F_g \gamma_n}{F_E - \gamma_n F_g}\right) - 1\right]$$

dove:

e_{1g} = è la somma dell'eccentricità del primo ordine del carico F_g e dell'eccentricità non intenzionale e_{n1}

F_g = è il carico assiale di lunga durata

F_E = $10 \cdot \frac{E_c I_c}{l_c^2}$, essendo I_c il momento di inerzia della sezione di solo conglomerato.

B.6. Stato limite di fessurazione
B.6.1. Finalità
(Rif.to punto 4.3.1.1.)

Le fessure non sono da considerarsi fenomeno anomalo entro strutture in c.a. non precompresso soggette a trazione, flessione, taglio, torsione per effetto di carichi o di deformazioni imposte (deformazioni termiche, ritiro, cedimento dei vincoli). È tuttavia necessario contrastarne l'apertura allo scopo di rispettare le esigenze funzionali e di durata, nonché quelle inerenti l'estetica.

B.6.2. Definizione degli stati limite di fessurazione
(Rif.to punto 4.3.1.2)

La verifica allo stato limite di decompressione relativa non esclude che qualche fessura possa temporaneamente verificarsi sotto l'azione di carichi rari.
Le verifiche dei vari stati limite elencati devono considerarsi convenzionali e destinate a graduare le precauzioni atte a contenere l'apertura delle lesioni. In particolare le verifica dello stato limite di formazione delle fessure deve essere accompagnata dalla valutazione dell'apertura di fessure che si avrebbe in assenza di resistenza a trazione.
Parti diverse di una stessa struttura possono essere progettate per differenti stati limite.
I valori w_1 - w_2 - w_3 corrispondono al caso in cui il ricoprimento è uguale al minimo valore indicato al punto 6.1.4.. Per valori di ricoprimento maggiori, le massime aperture ammissibili w sopraindicate possono essere aumentate secondo il rapporto $c/c_{minimo} \leq 1{,}5$.

B.6.3. Condizioni ambientali
(Rif.to punto 4.3.1.4.)

Esempi di ambiente poco aggressivo:
- Interno di fabbricati di abitazione e uffici.

Esempi di ambiente moderatamente aggressivo:
- interno di fabbricati con alta umidità relativa o dove vi sia rischio di temporanea presenza di vapori corrosivi; acqua corrente; atmosfera urbana o rurale senza grandi condensazioni di vapori aggressivi; suoli ordinari.

Esempi di ambiente molto aggressivo:
- Acque pure, liquidi anche debolmente acidi, acque salmastre o acqua con alto contenuto di ossigeno; gas corrosivo; suoli contenenti sostanze acide; atmosfera marina.

B.6.4. Sensibilità delle armature alla corrosione
(Rif.to punto 4.3.1.5.)

Le verifiche di cui al punto 4.3.1.5. comportano in taluni casi una restrizione dei domini di sicurezza delimitati dai diagrammi di interazione di cui alle Istruzioni relative al punto 4.2.1.1., che potranno concretizzarsi nel tracciamento di opportune curve limite.

B.6.5. Scelta degli stati limite di fessurazione
(Rif.to punto 4.3.1.6)

Le esigenze funzionali sono state raggruppate in tre categorie per facilitare eventuali riferimenti contrattuali, senza che ciò corrisponda ad una classificazione del tipo di struttura.

B.6.6. Verifiche allo stato limite di fessurazione per sollecitazioni normali
B.6.6.1. Stato limite di decompressione
(Rif.to punto 4.3.1.7.1.1.)

Si deve tener conto, se del caso, delle cadute di tensione di precompressione e della resistenza opposta dalle armature aderenti alla chiusura delle fessure, quando la

fessurazione sia ammessa per un livello di carico più elevato di quello per il quale è stato verificato lo stato limite di decompressione.

B.6.6.2. Stato limite di formazione delle fessure
(Rif.to punto 4.3.1.7.1.2.)

Questo stato limite deve essere considerato solo nel caso in cui l'intervento di una combinazione di azioni rara possa avere effetto determinante.
Il calcolo si riferisce generalmente alla fibra estrema della sezione.

B.6.6.3. Stato limite di apertura delle fessure
(Rif.to punto 4.3.1.7.1.3.)

L'area efficace $A_{c\,eff}$ è l'area di calcestruzzo entro la quale la barra di acciaio può effettivamente influenzare l'apertura della fessura. Si può ritenere , per una singola barra , che l'area efficace abbia forma circolare con diametro pari a 14 volte il diametro della barra. Applicando tale concetto ai casi usuali di sezioni inflesse e tese si può porre $A_{c\,eff} = b_{eff} \cdot d_{eff}$ in cui i valori da attribuire a b_{eff} ed a d_{eff} sono indicati nella figura 4.

Il valore w_k calcolato si riferisce all'apertura della fessura misurata sulla superficie del calcestruzzo all'interno dell'area di efficacia dell'armatura; al di fuori di tale area le fessure possono allargarsi, e la loro ammissibilità dipende dalle esigenze estetiche. Se tali più ampie fessure non sono ammissibili, occorre predisporre ulteriori armature.
In assenza di dati più precisi i parametri S_{rm} e ε_{sm} che definiscono w_m e w_k possono valutarsi come segue, nell'ipotesi che le armature siano distribuite uniformemente sull'area efficace della sezione trasversale.

a) La distanza media fra le fessure per la condizione di fessurazione stabilizzata in corrispondenza del livello baricentrico dell'armatura all'interno dell'area efficace è data da:

$$s_{rm} = 2\left(c + \frac{s}{10}\right) + k_2 k_3 \frac{\phi}{\rho_r}$$

in cui:

c = ricoprimento dell'armatura
s = distanza fra le barre; se $s > 14\,\phi$ si adotterà $s = 14\,\phi$
ϕ = diametro della barra
k_2 = coefficiente che caratterizza l'aderenza del calcestruzzo alla barra e al quale si assegnano i seguenti valori:
0,4 per barre ad aderenza migliorata
0,8 per barre lisce
k_3 = coefficiente che tiene conto della forma del diagramma delle tensioni prima della fessurazione in base al seguente prospetto:
0,125 nel caso di diagramma triangolare di flessione o pressoflessione
0,250 nel caso di trazione pura
$0{,}25\,\frac{\sigma_1 + \sigma_2}{2\,\sigma_1}$ nel caso di trazione eccentrica o nel caso in cui si consideri una sola parte della sezione

Flessione
zone di bordo lastra

Flessione
tratto inferiore
anima di trave

Trazione
eccentrica travi

Trazione
uniforme
travi, solette

Trazione uniforme
elementi
di forte spessore

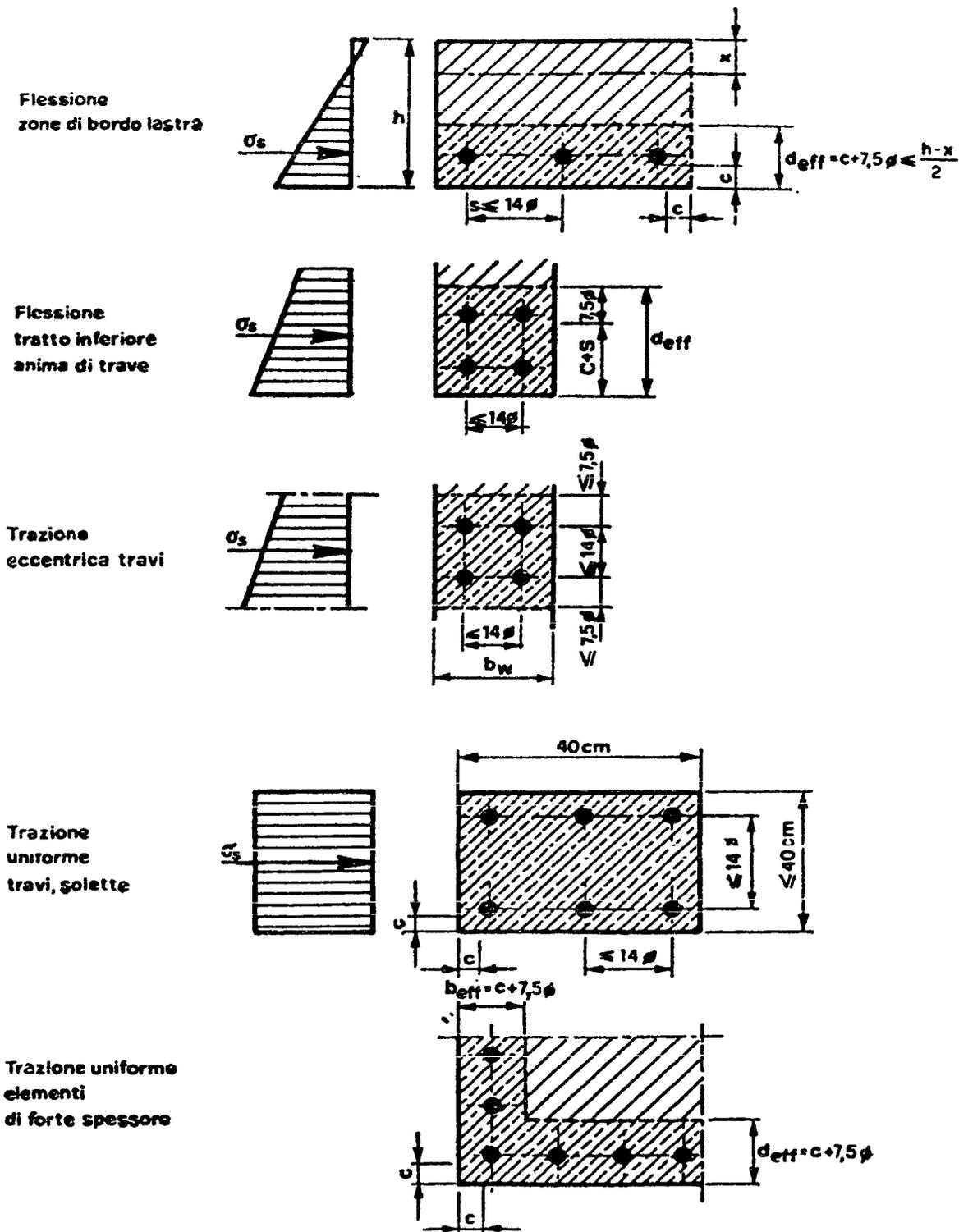
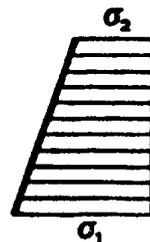



Fig. 4 - Area efficace

σ_1, σ_2 = trazione nel calcestruzzo teso

$\rho_r = \dfrac{A_s}{A_{c\,eff}}$

A_s = area della sezione di acciaio posta nell'area $A_{c\,eff}$.

Le armature di precompressione di area A_p possono essere prese in conto solo se aderenti direttamente al calcestruzzo.

b) La deformazione unitaria media dell'armatura ε_{sm} puo valutarsi secondo la seguente espressione che tiene conto della collaborazione del calcestruzzo teso che la circonda:

$$\varepsilon_{sm} = \frac{\sigma_s}{E_s}\left[1-\beta_1\beta_2\left(\frac{\sigma_{sr}}{\sigma_s}\right)^2\right] \qquad \left(\geq 0{,}4\frac{\sigma_s}{E_s}\right)$$

in cui:

σ_s = tensione dell'acciaio calcolata nella sezione fessurata per la combinazione di azioni considerata

σ_{sr} = tensione nell'acciaio calcolata nella sezione fessurata per la sollecitazione corrispondente al raggiungimento della resistenza a trazione f_{ctm} nella fibra di calcestruzzo più sollecitata in sezione interamente reagente, compresa nell'area efficace;

β_1 = coefficiente rappresentativo dell'aderenza acciaio calcestruzzo che assume i valori:
1,0 nel caso di barre ad aderenza migliorata
0,5 nel caso di barre lisce

β_2 = coefficiente che tiene conto delle condizioni di sollecitazione:
1,0 nel caso della prima applicazione di una azione di breve durata;
0,5 nel caso di azioni di lunga durata o nel caso di azioni ripetute.

Il diagramma della deformazione ε_{sm} in funzione della tensione σ è riportato in figura 5.

Le relazioni precedenti S_{rm} e ε_{sm} possono essere usate per calcolare l'ampiezza delle fessure anche prima della stabilizzazione della fessurazione.

B.7. Stato limite di deformazione
(Rif.to punto 4.3.3.)

Se le deformazioni possono provocare danni, esse devono essere valutate assumendo i frattili inferiori delle rigidezze.

Nel calcolo delle controfrecce si dovrà tener conto dell'influenza delle fasi di costruzione, del trattamento del calcestruzzo e dell'età dei getti all'intervento delle prime sollecitazioni.

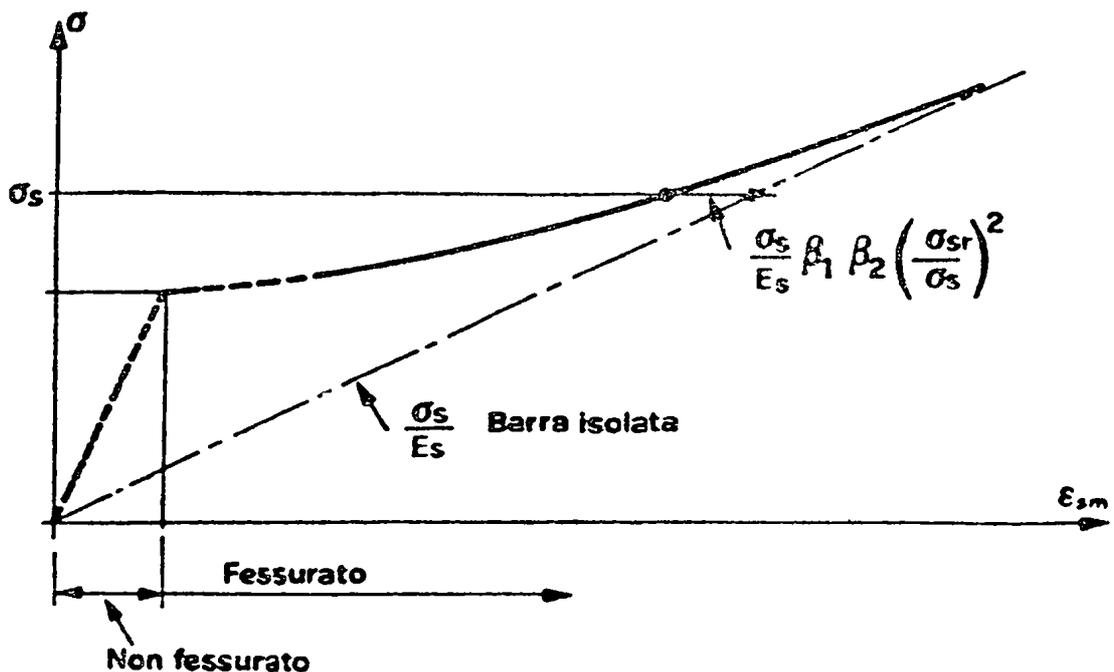



Fig. 5 - Diagramma ε_{sm} - σ_s

B.7.1. Calcolo delle deformazioni
(Rif.to punto 4.3.3.2.)

L'espressione della curvatura nello stato I (non fessurato) è la seguente:

$$\frac{1}{r} = \frac{\varepsilon_{c1} + \varepsilon_{c2}}{h}$$

essendo ε_{c1} e ε_{c2} rispettivamente le deformazioni unitarie, in valore assoluto, delle fibre estreme distanti *h*.

Quando si tratta di evitare danni si assume il frattile inferiore della resistenza $f_{ct} = 0{,}7 \cdot f_{ctm}$; per il calcolo delle controfrecce si assume il valore medio f_{ctm}.

L'espressione generale della curvatura nello stato II (fessurato)è la seguente:

$$\frac{1}{r} = \frac{\varepsilon_{cm} + \varepsilon_{sm}}{d}$$

essendo

ε_{cm} = contrazione unitaria media della fibra estrema di conglomerato, in valore assoluto

ε_{sm} = allungamento unitario medio dell'acciaio, che può essere calcolato

$$\varepsilon_{sm} = \frac{\sigma_s}{E_s}\left[1 - \beta_1\beta_2\left(\frac{\sigma_{sr}}{\sigma_s}\right)^2\right]$$

in cui $\beta_1, \beta_2, \sigma_s, \sigma_{sr}$ hanno il significato precedentemente indicato.

La formula è valida per $\sigma_s > \sigma_{sr}$ senza limitazioni $\varepsilon_{sm} \geq 0{,}4 \cdot \frac{\sigma_s}{E_s}$ imposta per il calcolo dell'apertura delle fessure.

Il diagramma tipico M - ε_{sm} è in Fig. 6

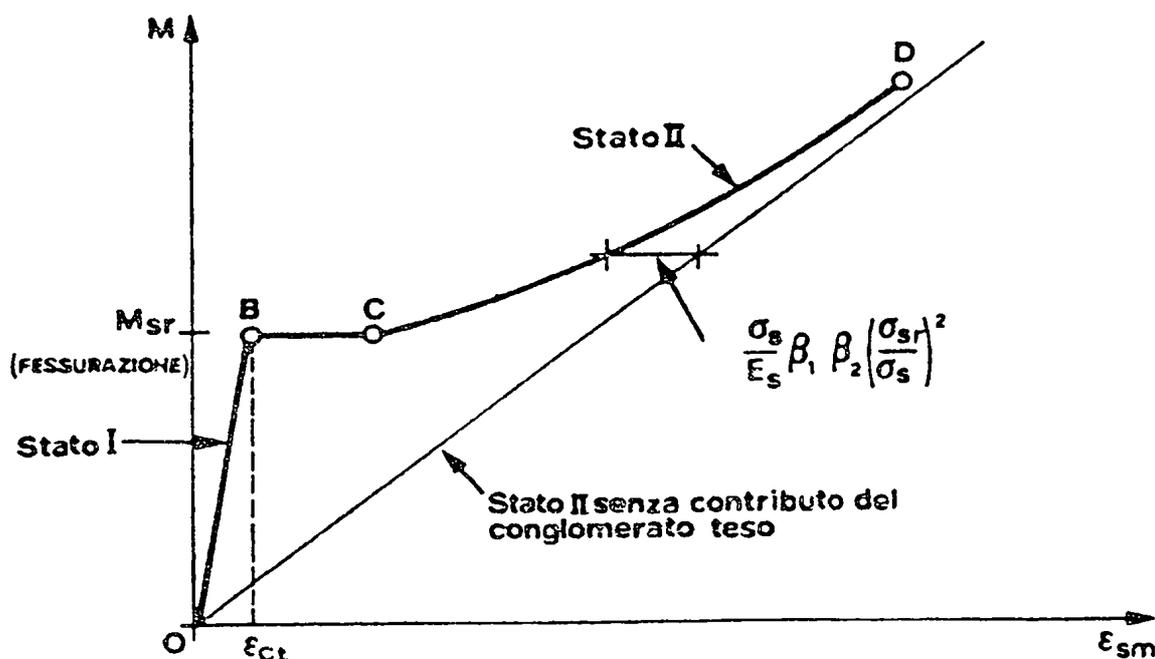



Fig. 6 - Diagramma M - ε_{sm}

Per l'applicazione interessano soltanto le deformazioni relative ai tratti OB (stato I) e CD (stato II)

Le deformazioni reali possono differire sensibilmente dai valori medi calcolati, e in modo particolare se i momenti flettenti agenti sono dell'ordine di grandezza del momento di fessurazione.

Lo scarto dipende dalla dispersione delle caratteristiche dei materiali, dalle condizioni ambientali, dalle condizioni di carico e dalla storia dei carichi precedenti.

Esso puo raggiungere il 30% in presenza di una bassa percentuale di armatura longitudinale, con calcestruzzo di resistenza $f_{ck} = 16$ N/mm² e si riduce al 10% in presenza di forte percentuale di armatura con calcestruzzo di resistenza $f_{ck} = 35$ N/mm²

B.7.2. Rapporti di snellezza limite
(Rif.to punto 4.3.3.3.)

Per travi e solai i valori del rapporto *l/h* possono essere corretti mediante fattori che tengono conto dell'influenza delle armature tese e delle armature compresse sulla deformazione.

A titolo indicativo, a tali fattori si possono attribuire i seguenti valori:

Percentuale di armatura tesa $\frac{A_{st}}{bd} 100$	0,50	0,75	1,00	1,50	2,00	2,50	3,00
Fattore	1,18	1,05	0,97	0,87	0,82	0,78	0,75

Percentuale di armatura compressa $\frac{A_{sc}}{bd} 100$	0,25	0,50	0,75	1,0	1,5	2,0	3,00
Fattore	1,07	1,14	1,20	1,25	1,33	1,40	1,50

In ogni caso nella scelta del fattore correttivo non si potrà tener conto di una percentuale di armatura compressa maggiore di quella tesa.

C. Strutture soggette a precompressione parziale

La parte I delle Norme Tecniche contiene una più esplicita e puntuale disciplina di quella particolare tecnica correntemente denominata "precompressione parziale" per la quale vengono precisate alcune regole di progettazione ed esecuzione.

Si richiama innanzi tutto l'attenzione sul fatto che nel caso della precompressione parziale, la resistenza di calcolo del calcestruzzo si valuta, come prescritto in 4.0.2. della Parte I, assumendo per il coefficiente γ_c il valore $\gamma_c = 1{,}6$ e che, proprio a tal fine, si intendono in precompressione parziale quelle strutture in cui le tensioni di trazione in esercizio, di cui ai commi 2 e 3 del punto 4.3.4.5. della Parte I, superino i limiti ivi indicati.

Di seguito si richiamano i punti salienti della precompressione parziale.

- La precompressione parziale considerata è del tipo ad armatura mista, in parte di acciaio presollecitato, in parte di acciaio ordinario in barre ad aderenza migliorata.
- L'armatura ordinaria deve essere disposta nelle zone di conglomerato, di cui è prevista la parzializzazione, in modo da essere più vicina al lembo teso dell'armatura presollecitata (5.4.1.)
- Per quanto riguarda le verifiche in condizioni di esercizio occorre:

a) valutare le tensioni nel conglomerato e negli acciai, considerando la sezione parzializzata, (4.3.4.5.);

b) controllare che la sezione risulti totalmente compressa per la combinazione di azioni quasi permanente e, comunque, per il carico permanente più il 10% dei carichi variabili disposti nel modo più sfavorevole (4.3.1.7.1.1.);

c) controllare che l'ampiezza delle lesioni, valutata al livello delle armature ordinarie, sia non maggiore dell'ampiezza ammissibile relativa alle armature sensibili alla corrosione (4.3.1.7.1.3. e prospetto 7.I).

Ai fini del calcolo dell'ampiezza delle fessure si tiene conto soltanto delle armature ordinarie, ad aderenza migliorata, senza considerare quindi le armature di presollecitazione;

d) nel caso di sovraccarichi ripetuti che possono dar luogo ad effetti di fatica per il gran numero di ripetizioni probabili, va eseguita la verifica a rottura per fatica sia degli acciai presollecitati (4.3.4.10.) sia di quelli ordinari (4.3.2.3.).

Si richiama l'attenzione a quanto indicato al punto 2.1. dell'Allegato 3 relativamente alla obbligatorietà delle prove di fatica per l'armatura presollecitata.

D. Elementi strutturali in conglomerato cementizio non armato

D.1 Oggetto

Le norme di cui alla Parte Prima del DM 9.1.96, non sono di regola applicabili a strutture in conglomerato cementizio non armato. Poiché, tuttavia, tali strutture spesso assolvono una non trascurabile funzione statica, nelle presenti istruzioni, vengono fornite alcune regole essenziali per la progettazione e verifica di elementi strutturali massicci non armati o con armatura costruttiva, sollecitati prevalentemente a compressione e pressoflessione, di snellezza λ (4.2.4.2.) non superiore a 25. Possono rientrare in questa categoria di strutture, i muri di sostegno a gravità, i muri di fondazione e le fondazioni massicce.

Le presenti regole non sono applicabili agli elementi strutturali non armati o debolmente armati delle costruzioni industrializzate (prefabbricate e non) a setti e pareti portanti, che sono oggetto di norme specifiche.

D.2 Resistenza del conglomerato

Non è ammesso l'impiego di conglomerato di resistenza caratteristica $R_{ck} < 15\ N/mm^2$ e comunque nei calcoli statici non potranno essere prese in conto resistenze caratteristiche $R_{ck} > 30\ N/mm^2$.

La resistenza a compressione semplice del conglomerato sarà controllata secondo le indicazioni dell'Allegato 2 delle Norme.

D.3. Diffusione degli sforzi

La diffusione delle tensioni normali presso i punti di applicazione di carichi concentrati negli elementi massicci potrà considerarsi avvenire a 30° rispetto alla direzione della risultante delle pressioni applicate sull'elemento, a partire dai bordi delle aree di carico.

D.4. Plinti e travi di fondazione

Per i plinti massicci e per le travi di fondazione, in via semplificativa, è sufficiente controllare il rispetto della diffusione degli sforzi secondo il punto D.3. e la verifica allo stato limite delle tensioni di esercizio, controllando che la tensione massima di compressione, sotto la combinazione rara, sia

$$\sigma_c \leq \begin{cases} R_{ck}/6 \\ 4\ N/mm^2 \end{cases}$$

D.5. Muri di sostegno

D.5.1. Limitazione delle tensioni di esercizio

La verifica delle sezioni a pressoflessione, effettuata con l'ipotesi dell'elasticità lineare e di resistenza a trazione nulla del conglomerato, deve soddisfare le seguenti condizioni in esercizio sotto la combinazione rara dei carichi:

- la parzializzazione non deve superare la metà dell'altezza della sezione;

- la tensione di compressione massima dovrà essere:

$$\sigma_c \le \begin{cases} R_{ck}/4 \\ 6\ N/mm^2 \end{cases}$$

- la tensione di compressione media nella parte compressa dovrà essere:

$$\sigma_c \le \begin{cases} R_{ck}/6 \\ 4\ N/mm^2 \end{cases}$$

D. 5.2. Verifiche allo stato limite ultimo

È sufficiente la verifica allo stato limite ultimo, con le azioni definite al punto 7 della Parte Generale e con la resistenza di calcolo valutata come indicato in 4.0.2. della Parte I, moltiplicando il coefficiente di sicurezza γ_c del calcestruzzo per un coefficiente

$$\gamma_n = 1{,}4$$

La verifica della sezione può effettuarsi con le seguenti ipotesi:
- resistenza a trazione del conglomerato nulla
- distribuzione uniforme delle tensioni di compressione con valore pari a:

$$0{,}80\ f_{cd}$$

sull'altezza

$$0{,}80\ x$$

a partire dal lembo compresso (con x altezza della zona compressa).

E. Strutture in conglomerato cementizio con armatura normale o di precompressione e confezionato con aggregati leggeri artificiali

Per le opere e gli elementi strutturali in conglomerato cementizio confezionato con aggregati leggeri artificiali così come definito in E.1.. e con armatura ordinaria e/o presollecitata, si applicano le norme relative ai calcestruzzi ordinari (Norme Tecniche-Parte 1° e relativi allegati), modificate ed integrate dalle norme seguenti.

E.1 Calcestruzzo leggero strutturale

Si definisce calcestruzzo leggero strutturale, un conglomerato cementizio a struttura chiusa ottenuto sostituendo tutto o in parte l'inerte ordinario con aggregato leggero artificiale, costituito da argilla o scisti espansi.

Questo calcestruzzo è caratterizzato da una massa volumica a 28 gg. compresa tra 1400 e 2000 kg/m³.

La resistenza caratteristica a compressione R_{ck} a 28 gg. deve risultare non inferiore a 15 N/mm².

La massa volumica del conglomerato viene misurata secondo le procedure indicate nella norma UNI 7548 - Parte 2° (giugno 1976).

Per la determinazione di R_{ck} valgono le prescrizioni relative ai conglomerati ordinari.

E.2. Aggregato leggero

E.2.1. Definizioni

Si definisce massa volumica media dei granuli il rapporto tra la massa del materiale essiccato ed il suo volume, delimitato dalla superficie dei granuli stessi. Il suo valore si può determinare con le procedure indicate nella norma UNI 7549 - Parte 5° (giugno 1976).

Si definisce massa volumica dell'aggregato leggero in mucchio (peso in mucchio) la massa di un volume unitario di aggregato, comprendendo nella misura i vuoti dei granuli e fra i granuli. Il suo valore si può determinare con le procedure indicate nella norma UNI 7549 - Parte 4° (giugno 1976).

Per gli aggregati di argilla espansa, in via approssimata, la massa volumica media dei granuli può stimarsi moltiplicando per 1,7 la massa volumica in mucchio.

E. 2.2. Caratteristiche dei granuli

Per granuli di argilla espansa e di scisti espansi si richiede:

- nel caso di argilla espansa: superficie a struttura prevalentemente chiusa, con esclusione di frazioni granulometriche ottenute per frantumazione successiva alla cottura;

- nel caso di scisti espansi: struttura non sfaldabile con esclusione di elementi frantumati come sopra indicato.

E.2.3. Coefficiente di imbibizione

Il coefficiente di imbibizione dell'aggregato leggero è definito come quantità di acqua che l'inerte leggero può assorbire, in determinate condizioni, espressa in per cento della sua massa. Il suo valore si può determinare con le procedure indicate nella norma UNI 7549 Parte 6° (giugno 1976).

Il coefficiente di imbibizione determinato dopo 30 min. deve essere non maggiore del 10% per aggregati con massa volumica in mucchio superiore a 500 kg/m³ , e 15% per aggregati con massa volumica in mucchio non superiore a 500 kg/m³.

E.3. Composizione del calcestruzzo
E.3.1. Definizioni

Il volume del calcestruzzo assestato e uguale alla somma dei volumi assoluti del cemento, degli aggregati, dell'acqua e dell'aria occlusa.

Si definisce volume assoluto di un componente il suo volume reale, escludendo i vuoti dei granuli e fra i granuli, per i componenti solidi.

Si definisce indice di assestamento di un calcestruzzo leggero il valore determinato con le procedure indicate nell'appendice B della norma UNI 7549- Parte 12° (giugno 1976).

E.3.2. Acqua

L'acqua impiegata per l'impasto del calcestruzzo leggero è costituita da:

- acqua efficace: è quella contenuta nella pasta cementizia. Essa condiziona la lavorabilità e la resistenza del calcestruzzo leggero. A titolo orientativo, per un calcestruzzo di consistenza plastica, avente un indice di assestamento compreso tra 1,15 e 1,20 il dosaggio di acqua efficace risulta compreso fra 150 e 180 litri per metro cubo di calcestruzzo assestato;
- acqua assorbita dell'aggregato leggero nel periodo di tempo tra miscelazione e posa in opera.

L'assorbimento dà luogo ad una perdita progressiva di lavorabilità dell'impasto.

Si assume pari all'assorbimento in peso a 30 min. misurato secondo UNI 7549- 76. In mancanza di una determinazione diretta, tale assorbimento può essere valutato pari al 10% del peso dell'aggregato leggero presente nell'impasto.

Il dosaggio dell'acqua risulta dalla somma dell'acqua efficace e dell'acqua assorbita. Da tale somma si deve detrarre l'acqua contenuta nella sabbia naturale ed il 40% dell'acqua presente come umidità nell'aggregato leggero.

Pertanto l'umidità presente nell'aggregato leggero deve essere determinata ai fini del calcolo del dosaggio dell'acqua di impasto. La prebagnatura degli aggregati leggeri non è necessaria se non in casi particolari.

E.3.3. Aria occlusa

E misurata dai vuoti residui di assestamento dell'impasto ed ha un volume che può considerarsi mediamente compresso tra il 2,5% ed il 3,5% del volume del calcestruzzo assestato.

La quantità di aria occlusa può essere aumentata a mezzo di additivi aeranti (vedi UNI 7103-72), comunque non superando il 7% del volume del calcestruzzo assestato.

E.4. Confezione e posa del calcestruzzo

E.4.1. Confezione

E opportuno eseguire una prova del mescolatore al fine di verificare l'idoneità per l'impasto previsto.

In condizioni normali, si consiglia di introdurre i componenti dell'impasto nel mescolatore in rotazione nel seguente ordine:
- aggregato grosso;
- 2/3 dell'acqua totale prevista

e, dopo un intervallo di circa 30" / 60":
- aggregato fine e cemento,
- 1/3 dell'acqua prevista, con eventuali additivi.

Il tempo di miscelazione, a partire dall'avvenuta introduzione di tutti i componenti, non deve risultare inferiore a un minuto primo, seppure sia consigliabile un tempo maggiore.

E.4.2. Consistenza

Per disporre di sufficiente coesione ed evitare segregazioni, la consistenza dovrà essere "plastica" al momento della posa in opera, e cioè con un indice di assestamento compreso, nei casi ordinari, tra 1,10 e 1,20.

La consistenza necessaria al momento del getto dovrà essere determinata, caso per caso, con prove preliminari.

E.4.3. Posa e compattazione

I getti devono essere eseguiti a strati di spessore limitato per consentirne la vibrazione completa ed evitare il fenomeno della segregazione.

La compattazione del calcestruzzo leggero va sempre realizzata con l'impiego di vibrazione, la cui entità deve essere maggiore che per il calcestruzzo ordinario.

E.5. Proprietà del calcestruzzo indurito

Data la estrema variabilità delle caratteristiche meccaniche del calcestruzzo leggero in funzione della sua composizione e del tipo di aggregato leggero utilizzato, la maggior parte delle caratteristiche necessarie ai fini dei calcoli strutturali andranno definite per via sperimentale.

E obbligatorio pertanto eseguire uno "studio preliminare di qualificazione" esteso alle grandezze di seguito indicate·

E.5.1. Massa volumica

Si intende quella misurata a 28 gironi di stagionatura, determinata secondo la norma UNI 7548- parte 2° (giugno 1976).

La massa del calcestruzzo armato, in mancanza di valutazioni specifiche, si potrà assumere incrementando di 100 kg/m^3. la massa misurata del calcestruzzo.

E.5.2. Resistenza caratteristica a compressione

È definita e va controllata come per il calcestruzzo normale secondo i criteri di cui all'Allegato 2 alle Norme Tecniche.

E.5.3. Resistenza a trazione

Va determinata mediante prove sperimentali a trazione semplice, secondo le modalità di cui alle norme UNI.

Se la resistenza a trazione è determinata mediante prove di resistenza a trazione indiretta o a trazione per flessione, il valore della resistenza a trazione semplice può essere dedotto utilizzando opportuni coefficienti di correlazione.

Valutata la resistenza a trazione media f_{ctm} su almeno 6 campioni prismatici o cilindrici, i valori caratteristici corrispondenti ai frattili 5% e 95% possono assumersi pari a:

$$f_{ctk}(5\%) = 0{,}7\, f_{ctm} \qquad f_{ctk}(95\%) = 1{,}3\, f_{ctm}$$

Il valore della resistenza a trazione per flessione si assumerà, in mancanza di sperimentazione diretta, pari a:

$$f_{cfm} = 1{,}2\, f_{ctm}$$

E.5.4. Modulo elastico

Il modulo elastico secante a compressione va determinato mediante sperimentazione diretta da eseguirsi secondo la norma UNI 6556 (marzo 1976), ed è dato dal valore medio su almeno 3 Provini prismatici o cilindrici.

E.5.5. Dilatazione termica

In mancanza di determinazione diretta, il coefficiente di dilatazione termica può assumersi pari a:

$$\lambda = 0{,}8\ 10^{-5}\ °C^{-1}$$

E.5.6. Ritiro

In mancanza di sperimentazione diretta, può farsi riferimento alle prescrizioni di cui al punto 2.1.6., Parte I, delle Norme Tecniche per il calcestruzzo normale, moltiplicando i valori di $\varepsilon_{cs}(t_{\infty}, t_0)$ del ritiro per il coefficiente :

$$\eta_1 = 1{,}5$$

E.5.7. Viscosità

In mancanza di sperimentazione diretta, può farsi riferimento alle prescrizioni di cui al punto 2.1.7., Parte I, delle Norme Tecniche per il calcestruzzo normale, moltiplicando i valori di $\varphi(t_\infty, t_0)$ per il coefficiente $\eta_2 = \left(\frac{\rho}{2\,400}\right)^2$ in cui ρ è la massa volumica del calcestruzzo leggero espressa in kg/m^3.

E.6. Norme di calcolo

Per strutture armate non è ammesso l'impiego di conglomerato leggero avente $R_{ck} < 15$ N/mm² nei calcoli statici non potrà essere presa in conto una $R_{ck} > 50$ N/mm².
Per $R_{ck} > 40$ N/mm² si richiedono controlli statistici sia preliminari che in corso d'impiego, e calcolazioni accurate delle strutture.

E.6.1. Stato limite delle tensioni di esercizio

Valgono per le tensioni di esercizio i limiti contenuti al punto 4.3.2. della Parte I.
Il coefficiente convenzionale di omogeneizzazione n per il calcestruzzo leggero (rif.to punto 4.3.2.1. delle Parte I) va assunto pari a:

$$n = 36000/\rho$$

in cui ρ è la massa volumica del calcestruzzo espressa in kg/m^3

E.6.2. Verifiche allo stato limite ultimo

E.6.2.1. Stato limite ultimo per sollecitazioni normali

Diagrammi di calcolo tensioni-deformazioni del calcestruzzo.
Vale il diagramma parabola-rettangolo come definito per il calcestruzzo normale, con ordinata massima ridotta a:

$$0{,}80\ f_{cd} = 0{,}80\ \frac{f_{ck}}{\gamma_c}$$

Come per il calcestruzzo normale, può essere utilizzato un diagramma rettangolare esteso a 3/4 della zona compressa, con tensione costante pari a:

$0{,}80\ f_{cd}$ per zona compressa di larghezza costante o decrescente verso l'asse neutro;
$0{,}75\ f_{cd}$ per zona compressa di larghezza crescente verso l'asse neutro.

E.6.2.2. Stato limite ultimo per sollecitazioni taglianti

E.6.2.2.1. Elementi senza armature trasversali

La verifica del conglomerato (punto 4.2.2.2.1. della Parte I), va fatta ponendo il coefficiente $r = 1$ per qualsiasi valore di d.

E.6.2.2.2. Elementi con armature trasversali

Per la verifica del conglomerato (punto 4.2.2.3.1: della Parte I) deve risultare:

$$V_d \leq 0{,}20 f_{cd}\ b_w\ d$$

E.6.2.3. Elementi snelli

Non sono ammesse per i pilastri snellezze $\lambda > 70$.

E.6.2.4. Rapporti di snellezza limite

I rapporti dati per il calcestruzzo normale di cui al punto 4.3.3.3., Parte I, delle Norme Tecniche vanno ridotti all'80%.

E.7. Disposizioni costruttive

E.7.1. Tipi di armature metalliche ammissibili

Le armature ordinarie ammesse sono barre ad aderenza migliorata o reti elettrosaldate.

Il diametro delle barre non deve superare i 20 mm.

Nelle strutture precompresse, ad armatura aderente, il diametro dei trefoli non deve superare i 3/8 di pollice.

L'impiego di armature di maggior diametro deve essere autorizzato dal Servizio tecnico centrale del Ministero dei lavori pubblici, sentito il Consiglio superiore dei lavori pubblici.

E.7.2. Ancoraggio delle barre

Valgono le prescrizioni di cui alle norme tecniche per il calcestruzzo normale, incrementando le lunghezze di ancoraggio e di sovrapposizione almeno del 25%.

F. Ancoraggi per cavi da precompressione

Le presenti istruzioni si applicano a qualsiasi tipo di ancoraggio provvisorio o definitivo, fisso o "a tendere", usato in strutture in conglomerato cementizio ad armature post-tese in condizioni normali di esercizio.

F.1. Definizioni

Tirante elementare. Filo, treccia, trefolo, o barra bloccati singolarmente o in piccoli gruppi in un unico apparecchio di bloccaggio.
Cavo. Insieme di uno o più tiranti elementari contenuti in una guaina ed ancorati mediante un unico dispositivo di ancoraggio.
Bloccaggio. Dispositivo adatto al trasferimento della forza da un tirante elementare all'ancoraggio.
Ancoraggio. Dispositivo adatto al trasferimento della forza dal cavo al calcestruzzo.
Tipologia di ancoraggio. La serie di ancoraggi di diversa potenza costituiti da un numero variabile di bloccaggi identici fra di loro.
Apparecchio di giunzione. Dispositivo adatto al trasferimento della trazione di tiranti elementari o cavi tra due sezioni non necessariamente identiche.
Blocco di testata. La parte di una struttura precompressa armata in modo particolare per resistere agli sforzi indotti dalle forze di ancoraggio.
Complesso di ancoraggio. Il complesso costituito da ancoraggi, tiranti, armature accoppiate agli ancoraggi ed armature supplementari disposte nel blocco di testata.
Messa in tensione. Tesatura del cavo mediante opportuni dispositivi meccanici o idraulici.
Assestamento del bloccaggio. Movimento del bloccaggio che può avvenire durante o subito dopo la messa in tensione e può risultare tipico per determinati procedimenti di ancoraggio (N.B.: durante l'assestamento del bloccaggio non vi è movimento relativo tra tirante elementare e bloccaggio).
Slittamento del bloccaggio. Movimento del tirante elementare rispetto al bloccaggio (N.B.: lo slittamento denuncia parziale inefficienza del bloccaggio e non deve essere confuso con l'assestamento).

F.2. Richiesta di accettazione

I produttori di ancoraggi devono depositare presso il Servizio tecnico centrale (come prescritto al punto 4.3.4.1., Parte I, delle Norme Tecniche) un'adeguata documentazione degli ancoraggi che intendono produrre.

Tale documentazione dovrà comprendere:
a) i disegni degli ancoraggi con la esatta indicazione delle dimensioni, dei materiali impiegati, delle tolleranze ammesse e di ogni altra caratteristica;
b) i risultati delle prove eseguite come specificato nel successivo punto F.3.
c) la resistenza caratteristica del calcestruzzo da utilizzare in corrispondenza degli ancoraggi;
d) le armature accoppiate agli ancoraggi con esatta specifica delle dimensioni, delle caratteristiche, ed una relazione tecnica giustificativa, illustrante anche le particolari modalità di posizionamento e fissaggio degli ancoraggi, sia per cio che riguarda il loro accostamento, sia la loro distanza dai lembi della struttura.

Tutta la documentazione dovrà essere firmata da un ingegnere o architetto iscritto nel relativo albo.

Gli ancoraggi e tutte le loro parti dovranno portare un marchio indelebile che ne comprovi la provenienza e la conformità ai disegni depositati.

Ancoraggi analoghi, ma di potenza e dimensioni diverse, devono essere oggetto di disegni separati.

Eventuali aggiunte o varianti ai cataloghi dei produttori dovranno essere comunicate al Servizio tecnico centrale prima dell'impiego dei nuovi ancoraggi.

Il Servizio tecnico centrale restituirà una copia vidimata di tutta la documentazione per presa visione e conoscenza onde attestarne il deposito.

Tale deposito è rinnovabile, su richiesta, ogni tre anni.

In relazione all'entrata in vigore del D.M. 9.1.1996, i produttori di ancoraggi gia depositati presso il Servizio tecnico centrale, devono aggiornarne la documentazione, a conferma della persistenza della produzione.

F.3. Prove di accettazione

Le prove devono essere eseguitė sotto il controllo di un laboratorio ufficiale.

F.3.1. Prove di efficienza del bloccaggio (relative ad un determinato ancoraggio)

Le prove statiche e sotto carichi ripetuti dovranno essere eseguite per ogni ancoraggio di cui si richiede l'accettazione.

F.3.1.1. Caratteristiche del campione

a) Il campione, sia nelle prove statiche che sotto carichi ripetuti, consisterà di uno o più tiranti elementari, di lunghezza adeguata e comunque non inferiore a 1,50 m, bloccati ad una estremità nell'ancoraggio considerato.

b) Nel campione il numero di fili, trecce, trefoli o barre sarà quello massimo relativo all'ancoraggio considerato, con prelievo dell'acciaio dallo stesso rotolo, bobina o fascio.

c) Le eventuali deviazioni che i fili, le trecce, i trefoli o le barre possono assumere nell'ancoraggio in opera dovranno essere fedelmente riprodotte nel campione in prova.

F.3.1.2. Prove statiche

Le prove statiche dovranno essere eseguite su una serie di almeno 10 campioni identici.

Il carico dovrà essere applicato gradualmente, e realizzato per mezzo di martinetti tarati o di adatte macchine di trazione.

Il carico limite di prova e definito come il carico in corrispondenza del quale il bloccaggio non è in grado di assolvere la sua funzione

F.3.1.3. Requisiti dei risultati delle prove statiche

L'efficienza del bloccaggio è misurata dai rapporti seguenti:

a) rapporto tra il carico limite di prova ed il corrispondente carico limite teorico ottenuto quale prodotto dell'area teorica del campione per la resistenza caratteristica dell'acciaio impiegato;

b) rapporto tra il carico limite di prova ed il corrispondente carico limite ottenuto quale prodotto dell'area effettiva del campione per la resistenza media dell'acciaio impiegato, determinata come media aritmetica delle resistenze unitarie di almeno 3 provini prelevati dallo stesso rotolo, bobina o fascio utilizzato per il campione.

L'efficienza è raggiunta se tali rapporti risultano non inferiori a 0,92

F.3.1.4. Prove sotto carichi ripetuti

Le prove dovranno essere eseguite su almeno due campioni.
La tensione applicata, determinata con riferimento all'area effettiva del campione, dovrà oscillare nell'intervallo

$$(0{,}65\, f_{ptk} \; - \; 0{,}65\, f_{ptk} - 50) \quad N / mm^2$$

essendo f_{ptk} la resistenza caratteristica dell'acciaio impiegato, espressa in N/mm^2.
Se l'ancoraggio considerato riguarda cavi non aderenti (tipo unbonded) soggetti a variazioni di tensione, le prove devono essere eseguite su almeno quattro campioni identici

F.3.1.5. Requisiti dei risultati delle prove sotto carichi ripetuti

L'efficienza del bloccaggio è raggiunta se ogni campione sopporta, senza rottura di più del 5% della sezione resistente, non meno di 2 milioni di cicli di carico.

F.3.2. Prova di efficienza del complesso di ancoraggio

La prova dovrà essere eseguita su tutti i diversi tipi di ancoraggio compresi nel catalogo del produttore, inclusi gli eventuali ancoraggi fissi.
Per ogni tipo di ancoraggio la prova dovrà essere condotta sull'ancoraggio di potenza massima e su un altro ancoraggio scelto fra quelli di impiego più comune.

F.3.2.1. Caratteristiche dei campione

a) Il campione consisterà in un ancoraggio immerso in un prisma armato a sezione rettangolare o quadrata, in modo da riprodurre le condizioni di lavoro di un blocco di testata standard.

b) Il rapporto tra ciascun lato dell'area di calcestruzzo effettivamente caricata dall'ancoraggio, centrato rispetto al prisma , e la corrispondente dimensione del prisma deve essere uguale a 0,65; la lunghezza del prisma non deve essere inferiore al doppio del suo lato maggiore; per gli ancoraggi circolari in luogo delle misure dei lati si assumerà il diametro dell'ancoraggio.

c) Nel caso in cui il produttore preveda, nelle applicazioni, per la distanza della piastra di ancoraggio da un bordo del calcestruzzo un valore minore di quello risultante dal precedente punto b) la corrispondente dimensione del prisma di calcestruzzo dovrà essere opportunamente ridotta per realizzare un prisma conforme a tale disposizione.

d) La qualità del calcestruzzo all'atto della prova, nonché il tipo e le dimensioni delle armature accoppiate agli ancoraggi saranno quelle previste dai disegni di cui al precedente punto F.2.; in particolare la resistenza del calcestruzzo dovrà essere uguale, con tolleranza ± 10%, a quella caratteristica prevista al detto punto F.2

e) Nel campione, il numero dei tiranti elementari sara quello massimo relativo all'ancoraggio considerato, con prelievo dell'acciaio dallo stesso rotolo, bobina o fascio.

F.3.2.2. Modalità di prova

La prova dovrà essere eseguita su due campioni, provati contemporaneamente. Il carico sarà applicato per mezzo di martinetti tarati, posizionati tra i due prismi di calcestruzzo contrapposti; in alternativa, potrà essere provato un solo campione, purché a mezzo di una adatta attrezzatura si realizzino analoghe condizioni di prova.
Il carico dovrà essere applicato gradualmente, con sosta di un'ora in corrispondenza della massima tensione iniziale di tiro prevista dalla vigente normativa.
Durante la prova dovrà essere rilevato l'inizio della fessurazione, il suo evolversi, l'ampiezza delle fessure, nonché la comparsa di altre manifestazioni di dissesto, l'entità dei carichi raggiunti e la modalità della rottura.
Il carico limite di prova è definito come il minore dei carichi per il quale:

a) il campione non sopporta ulteriori incrementi di carico;

b)compaiono nel prisma di calcestruzzo sostanziali manifestazioni di dissesto.

Se l'ancoraggio considerato riguarda cavi non aderenti (tipo unbonded), sul complesso di ancoraggio deve essere effettuata anche una prova sotto carichi richiesti con le specifiche ed i requisiti di cui ai punti F.3.1.4. e F.3.1.5.

F.3.2.3. Requisiti dei risultati

L'efficienza del complesso di ancoraggio è misurata dai rapporti tra il carico limitato di prova ed i corrispondenti carichi limite determinati secondo le modalità a) e b) di cui al precedente punto F.3.1.3.
L'efficienza è raggiunta se tali rapporti risultano non inferiori a 0,92.

F.3.2.4. Deroghe

A causa delle oggettive difficoltà che può presentare la prova di efficienza di complessi di ancoraggio per cavi di potenza elevata, possono essere eventualmente accettate, per ancoraggio per cavi di potenza superiore a $5 \cdot 10^6$ N e previo parere favorevole del Consiglio superiore dei lavori pubblici, anche prove su modelli o prove su ancoraggi di potenza inferiore, purché sia dimostrata l'estrapolabilità dei risultati della prova ad ancoraggi di potenza superiore.

F.3.3. Prove di efficienza di apparecchi di giunzione

Gli apparecchi destinati alla giunzione di tiranti elementari o cavi devono essere sottoposti alle stesse prove richieste al precedente punto F.3 1 raggiungendo analoghe efficienze.

G. Controlli in cantiere e nelle lavorazioni intermedie.

Vengono di seguito richiamate le procedure relative ai controlli da eseguirsi durante la fase esecutiva, allo scopo di verificare la conformità dei prodotti alle specifiche di progetto.

Al riguardo e' da rammentare che il direttore dei lavori, cui principalmente le norme demandano il compito di accertare la qualità dei materiali, ha l'obbligo di controllare i documenti contenenti le informazioni sui materiali, disporre l'esecuzione delle prove di cantiere nonché di valutare tempestivamente i risultati dei controlli, in modo da poter assumere in tempo utile decisioni circa l'eventuale accettazione del materiale.

E' appena il caso di rammentare che le frequenze stabilite per i controlli rappresentano dei minimi inderogabili al disotto dei quali è vietato scendere, anche per opere di modesta importanza.

Nel caso di strutture, anche di media importanza sotto il profilo dell'impegno statico, sarà quanto mai opportuno disporre delle frequenze di controllo superiori ai minimi sopra richiamati.

In ogni caso, i prelievi dei campioni da inviare ai laboratori ufficiali devono essere effettuati a cura del direttore dei lavori o da un tecnico di sua fiducia, mentre le domande di prova devono essere sottoscritte dal direttore dei lavori. L'eventuale mancanza di tale sottoscrizione deve essere annotata, da parte del Laboratorio, sul certificato di prova.

G.1. Acciai per c.a. normale e precompresso e per carpenteria metallica.

Per tutti i prodotti in acciaio, occorre preliminarmente accertare:

- che i prodotti siano provvisti del marchio identificativo delle caratteristiche dell'acciaio e dello stabilimento di produzione;
- che ciascuna fornitura di acciaio per cemento armato normale e precompresso sia accompagnata da copia del certificato di verifica della qualità, siglata dal produttore che vi annoterà gli estremi della bolla di spedizione del materiale, conformemente a quanto prescritto al punto 2.2.8.2. parte I, e 2.3.3.1. parte I del D.M. 9.1.96;
- che ciascuna fornitura di acciaio da carpenteria sia accompagnata dalla documentazione di cui ai punti 2.6. e 2.2., ultimo comma dell'Allegato 8. Tale documentazione deve altresì recare gli estremi della bolla di spedizione del materiale, unitamente agli estremi della attestazione di deposito rilasciata dal Servizio tecnico centrale;
- che il periodo intercorrente tra la data del certificato di verifica della qualità e quella della spedizione non ecceda i tre mesi per gli acciai per c.a. normale e precompresso; qualora il suddetto periodo sia superiore a tre mesi, ma comunque non superiore a sei mesi, e' necessario che la fornitura sia corredata dalla comunicazione del produttore di cui all'ultimo comma del punto 2.2.8.2. delle norme tecniche. Per gli acciai da carpenteria i predetti limiti sono rispettivamente di sei mesi e un anno.

Riguardo ai controlli di cantiere, e' da evidenziare che le prove sul materiale prelevato in cantiere sono obbligatorie per tutti i tipi di acciaio, con esclusione dell'acciaio da precompressione. In tale ultimo caso l'esecuzione delle prove e' disposta a giudizio del direttore dei lavori.

Le modalità di controllo e le procedure per l'accettazione o meno delle forniture sono indicate ai punti 2.2.8.4. e 2.3.3.2. della Parte I delle Norme Tecniche ed al punto 3 dell'Allegato 8.

Relativamente agli acciai per cemento armato normale, i campioni inviati al laboratorio ufficiale devono comunque essere riconoscibili attraverso il marchio, che sarà rilevato e indicato sul certificato di prova. E' necessario indicare al laboratorio ufficiale l'eventuale provenienza da rotolo del campione da provare.
In particolare, per gli acciai provenienti da rotolo, assumono rilevanza i controlli di cantiere da effettuarsi sul prodotto raddrizzato. Al riguardo, per ciascuno dei diametri $\phi > 10$ mm, il direttore dei lavori deve provvedere all'accertamento delle caratteristiche meccaniche e di duttilità di cui al punto 2.2.8.4. della norma.
In tale contesto, particolare rilevanza assumono i controlli di allungamento a rottura e di piegamento. Il direttore dei lavori deve inoltre accertare, anche con controlli visivi, la assenza di significative alterazioni superficiali delle barre, dando atto di ciò nella relazione a struttura ultimata.

Relativamente agli acciai da cemento armato precompresso i campioni inviati al laboratorio ufficiale debbono essere accompagnati dal sigillo contenente il marchio del produttore.
Per un utile riscontro della marcatura e del tipo di acciaio, gli operatori comunque interessati possono avvalersi dell'elenco dei produttori di acciai qualificati, redatto dal Servizio tecnico centrale.

G.1.1. Trasformatori intermedi.

I trasformatori intermedi (quali ad esempio officine di raddrizzamento di armature avvolte in rotoli e matasse, presagomatori di acciai per c.a., assemblatori di gabbie di armatura, produttori di cavi da c.a.p., officine di carpenteria) debbono approvvigionarsi di prodotti qualificati all'origine. E' opportuno che il direttore dei lavori operi in stretto contatto con il trasformatore che, comunque, deve fornire assieme al prodotto la documentazione comprovante la qualificazione del materiale di origine utilizzato.
Si raccomanda l'impiego di tecniche di raddrizzamento degli acciai forniti arrotolati tali da non compromettere le caratteristiche meccaniche e tecnologiche degli acciai stessi.
Materiali di differenti qualità devono essere stoccati separatamente.
Si rammenta che, per quanto stabilito al punto 2.2.6. della Parte I delle Norme Tecniche, non e' consentito effettuare saldature su acciai da cemento armato per i quali non risulti dichiarata la saldabilità con il controllo dell'analisi chimica.

G.2. Manufatti prefabbricati.

Relativamente ai manufatti prodotti in serie, si evidenzia che conformemente a quanto indicato nella Parte Terza del D.M. 9.1.96, ogni fornitura deve essere corredata, oltre che dai disegni del manufatto e dall'indicazione delle sue caratteristiche d'impiego (ultimo comma art. 9 legge 1086/1971), anche da apposito certificato di origine firmato dal produttore e dal tecnico responsabile della produzione.
In presenza delle condizioni sopra elencate, i manufatti potranno essere accettati senza ulteriori esami e controlli.

Si rammenta che, ai sensi del punto 5.2.2.2. del D.M. 3-12-1987, ove trattasi di manufatti prodotti in serie controllata, il certificato di origine di cui sopra deve altresì attestare che gli elementi strutturali sono stati prodotti in serie controllata riportando gli estremi dell'autorizzazione del Servizio tecnico centrale, e recare, in allegato, copia del relativo estratto del registro di produzione e gli estremi dei certificati di verifica preventiva del laboratorio ufficiale.

In tal caso, sempre in base alla sopracitata disposizione, le forniture possono essere accettate senza ulteriori controlli dei materiali ne' prove di carico dei componenti isolati.

Per i manufatti di produzione occasionale, o comunque, non assoggettati a deposito presso il Servizio tecnico centrale, si applicano le ordinarie disposizioni normative tra le quali, in particolare, quelle relative agli artt. 4, 5 e 6 della legge 1086/71. Inoltre il direttore dei lavori deve opportunamente provvedere agli accertamenti da eseguirsi durante la fase esecutiva presso il cantiere di prefabbricazione. In proposito, si segnala la necessità che sui certificati di prova dei materiali sia indicato chiaramente il prodotto (tipo e destinazione) cui si riferisce il prelievo.

G.3. Blocchi per solaio.

Si rammentano le prescrizioni di cui ai punti 7.1.3.4., 7.2.2. e 7.2.5. delle norme tecniche relative ai controlli delle caratteristiche fisico-meccaniche dei blocchi per solaio. Si richiama, in particolare, l'attenzione sulla necessità dei controlli sulla produzione corrente, che debbono essere effettuati dal produttore con frequenza almeno annuale.

H. Collaudo statico

Si ricorda che gli adempimenti formali e tecnici relativi al collaudo statico sono sostanzialmente indipendenti dai metodi di verifica adottati in progetto.

Le prove di carico, qualora ritenute utili dal collaudatore nell'ambito della discrezionalità e responsabilità che gli competono, devono essere eseguite come di seguito indicato.

Per l'esecuzione delle prove si raccomanda l'impiego di idonea strumentazione adeguatamente tarata e l'intervento di tecnici qualificati.

H.1. Metodo delle tensioni ammissibili

La condizione di prova ha lo scopo di indurre le massime sollecitazioni di progetto nell'elemento strutturale prescelto (o negli elementi strutturali prescelti). Pertanto si deve fare riferimento ai seguenti punti del D.M. 14-2-1992 :

- Parte Prima, 3. norme di calcolo: metodo delle tensioni ammissibili;
- Parte Seconda, 3. norme di calcolo: verifica di resistenza, 3.0.2 Metodo delle tensioni ammissibili.

Nella condizione di prova le azioni previste si cumulano nel modo più sfavorevole, in relazione agli scopi della prova stessa.

H.2. Metodo agli stati limite

La condizione di prova ha lo scopo di indurre le massime sollecitazioni di esercizio nell'elemento strutturale prescelto (o negli elementi strutturali prescelti). Pertanto si deve fare riferimento al punto 7. Azioni di calcolo, della Parte Generale delle Norme Tecniche.

Nella condizione di prova le azioni previste si cumulano nel modo più sfavorevole per le combinazioni rare, in relazione agli scopi della prova stessa.

I. Qualificazione degli acciai (per c.a. normale, per precompressione, per carpenteria metallica)

I.1. Premessa

Tutti i prodotti in acciaio il cui impiego e' disciplinato dalle Norme Tecniche in argomento debbono essere qualificati all'origine.

I prodotti qualificati sono, a tal fine, sottoposti nello stabilimento di produzione ad una serie sistematica di controlli delle caratteristiche fisiche, meccaniche, tecnologiche ed, ove previsto, chimiche.

Ciascun prodotto qualificato deve costantemente essere riconoscibile per quanto concerne le caratteristiche qualitative e riconducibile allo stabilimento di produzione tramite marchiatura indelebile.

Per stabilimento si intende una unita' produttiva a se' stante, con impianti propri e magazzini per il prodotto finito. Nel caso di unita' produttive multiple appartenenti allo stesso produttore, la qualificazione deve essere ripetuta per ognuna di esse e per ogni tipo di prodotto in esse fabbricato.

Ogni prodotto deve essere marchiato con identificativi diversi da quelli di prodotti aventi differenti caratteristiche, ma fabbricati nella stessa unita' produttiva e con identificativi differenti da quelli di prodotti con uguali caratteristiche ma fabbricati in altre unita' produttive, siano esse o meno dello stesso produttore.

Prima dell'apertura dell'eventuale ultima e più piccola confezione (fascio, bobina, rotolo pacco, etc.) il prodotto deve essere riconducibile anche al tipo di acciaio nonché al lotto di produzione e alla data di fabbricazione.

Per quanto possibile, anche in relazione all'uso del prodotto, il produttore e' tenuto a marchiare ogni singolo pezzo.

I produttori, i successivi intermediari e gli utilizzatori finali debbono assicurare una corretta archiviazione della documentazione di accompagnamento dei materiali garantendone la disponibilità per almeno 10 anni e debbono mantenere evidenti le marchiature o etichette di riconoscimento per la rintracciabilità del prodotto.

Eventuali disposizioni supplementari atte a facilitare l'identificazione del prodotto attraverso il marchio potranno essere emesse dal Servizio tecnico centrale.

I.2. Iter per la qualificazione all'origine degli acciai

I.2.1. Oggetto della qualificazione

Non sono ammessi alla qualificazione prodotti ottenuti da laminazione di rottame o di materiale deviato da altri impieghi.

La procedura di qualificazione si applica ai prodotti di seguito indicati:

I.2.1.1. Acciaio da cemento armato normale (Norme Tecniche - parte prima, punto 2.2.)

- Acciai laminati a caldo ed eventualmente trattati al calore di laminazione forniti in barre diritte o in rotolo nelle qualità Fe B 22K ed Fe B 32K, come caratterizzati dal prospetto 1.I. saldabili e non saldabili secondo quanto indicato al punto 2.2.6.

- Acciai laminati a caldo ed eventualmente trattati al calore di laminazione forniti in barre diritte o in rotolo nelle qualità Fe B 38K ed Fe B 44K come caratterizzati dal prospetto 2.I, saldabili e non saldabili secondo quanto indicato al punto 2.2.6. e con le caratteristiche di aderenza descritte e fissate nell'Allegato 6.

- Acciai trafilati (o laminati) a freddo in fili, di diametro compreso tra 5 e 12 mm, lisci e nervati, caratterizzati come dal prospetto 3.I, saldabili e, se nervati, con le caratteristiche di aderenza descritte e fissate nell'Allegato 6.

- Reti e tralicci elettrosaldati, caratterizzati come da prospetto 4.I, ottenuti industrialmente per saldatura elettrica da fili elementari saldabili.

Per quanto concerne questi ultimi prodotti occorre che la produzione di reti e tralicci avvenga con fili di acciaio controllati in stabilimento. Questo adempimento e' considerato soddisfatto se il filo e' prodotto nello stesso stabilimento di produzione della rete o del traliccio; in tal caso occorre che la produzione del filo sia controllata per quanto riguarda la prova di piegamento secondo quanto previsto nell'Allegato 4.

Si evidenzia altresì l'esigenza che sia rispettato il valore minimo di 1,10 imposto dalle norme al rapporto f_{tk} / f_{yk}, eseguendo le prove a trazione su materiale senza il trattamento termico previsto al secondo capoverso del punto 2.2.1. della Parte Prima delle Norme Tecniche.

E' ammesso l'uso di fili laminati a caldo per la fabbricazione di reti e tralicci elettrosaldati, purchè vengano rispettate tutte le caratteristiche riportate nei prospetti 3.1 e 4.1 della parte I delle Norme Tecniche.

E' ammesso l'uso di acciai inossidabili purché rientrino in una delle categorie indicate nella parte prima, punto 2.2., e rispettino tutte le caratteristiche fisiche, meccaniche e tecnologiche ivi previste. Tali acciai sono considerati non saldabili e per essi la qualificazione e' ammessa anche nel caso di produzione non continua nell'ultimo semestre ed anche nei casi in cui i quantitativi minimi previsti non siano rispettati, permanendo tutte le altre regole relative alla qualificazione.

Rientrano nelle categorie degli acciai deformati a freddo (le cui proprietà meccaniche si intendono determinate su provette dopo il processo di invecchiamento, con mantenimento per 30 minuti a 250 °C e successivo raffreddamento in aria) anche gli acciai forniti in rotoli, in quanto impiegati previa raddrizzatura meccanica (punto 1.1 Allegato 4).

La fornitura in rotoli delle barre di diametro ϕ > 14 mm e' ammessa previa autorizzazione del Servizio tecnico centrale, sentito il Consiglio superiore dei lavori pubblici.

Al riguardo, il Produttore deve presentare al Servizio tecnico centrale apposita domanda corredata della documentazione atta a comprovare l'idoneità del sistema di formazione dei rotoli, anche in relazione al diametro minimo dei rotoli stessi.

Si segnala una imprecisione contenuta nel testo del primo comma del punto 2. dell'Allegato 4, dovuta a un evidente refuso tipografico. Quanto indicato nel disposto che recita "I controlli consisteranno ... sui quali si effettueranno le prove previste dal terzo comma del punto 1.1" deve essere, correttamente, inteso con riferimento al quarto comma del punto 1.1.

I.2.1.2. Acciaio da cemento armato precompresso (Norme tecniche - Parte Prima punto 2.3.)

- Fili, trecce, trefoli, ottenuti per trafilatura da vergella e successiva cordatura (per trecce e trefoli), come descritti al punto 2.3.1. delle Norme Tecniche.

- Barre laminate, lisce o nervate come descritte al punto 2.3.1. delle Norme Tecniche.

Le caratteristiche di resistenza devono essere dichiarate e garantite dal produttore nel rispetto di quanto indicato nell'Allegato 3.

I.2.1.3. Acciaio laminato per strutture (Norme Tecniche - parte seconda)

- Lamiere e nastri con spessore ≥ 3 mm.
- Laminati mercantili, travi ad ali parallele del tipo IPE, HE, travi a I e profilati a U.
- Profilati cavi circolari, quadrati o rettangolari o con altro profilo chiuso:
  a) senza saldatura o saldati, formati a caldo o ridotti a caldo;
  b) senza saldatura o saldati e sottoposti a successive deformazioni a freddo con o senza trattamenti termici.
- Lamiere e nastri laminati a caldo o a freddo di qualsiasi spessore con o senza rivestimenti superficiali, destinati alla fabbricazione delle lamiere grecate e profilati formati a freddo di cui al punto I.3.

I prodotti di cui all'ultima tipologia di laminati di cui sopra dovranno avere comunque valori caratteristici non inferiori a quelli indicati nel prospetto 1.II per la classe Fe360.

Si rammenta la necessita' che da parte dei produttori sia evidenziata, all'atto della richiesta di qualificazione come pure in occasione delle verifiche periodiche, la suddivisione in classi di spessori dei prodotti oggetto del deposito

E' ammesso riunire più gruppi di spessori ai soli fini del raggiungimento della quantità minima prevista per la qualificazione purché siano garantite le caratteristiche meccaniche più elevate. In tale caso, il produttore deve espressamente segnalare al Servizio Tecnico Centrale di avere effettuato il raggruppamento stesso.

L'impiego di acciai diversi dai tipi Fe 360, Fe 430 ed Fe 510, quali ad esempio acciai ad alta resistenza, acciai inossidabili, microlegati, speciali, e' ammesso con le condizioni indicate al secondo capoverso del punto 2.0. della Parte II delle Norme Tecniche.

Tali acciai devono comunque essere assoggettati al processo di qualificazione di cui al punto 2 dell'Allegato 8.

Per quanto concerne le prove di verifica periodica della qualità per gli acciai di cui ai precedenti capoversi con snervamento inferiore al tipo Fe 360, si utilizza un coefficiente di variazione pari a 9%. La resistenza a rottura non deve comunque essere inferiore a quella del tipo Fe 360. Per gli acciai con snervamento e rottura compreso tra i tipi Fe 360 ed Fe 510 si utilizza un coefficiente di variazione pari all'8%. Per gli acciai con snervamento e rottura superiore al tipo Fe 510 si utilizza un coefficiente di variazione pari al 6%.

Per tali acciai la qualificazione e' ammessa anche nel caso di produzione non continua nell'ultimo semestre ed anche nei casi in cui i quantitativi minimi previsti non siano rispettati, permanendo tutte le altre regole relative alla qualificazione.

I.2.2. Modalità di qualificazione

Sia per le nuove richieste di qualificazione, sia per le verifiche periodiche delle qualificazioni stesse, il Servizio tecnico centrale, esaminata la documentazione ed accertatane la validità e la rispondenza, ricorrendo, ove necessario, anche a sopralluoghi, comunicherà l'accettazione del deposito della documentazione inviata.

I.2.3. Decadenza della qualificazione per assenza di produzione.

Per quanto concerne gli acciai da cemento armato normale e da precompressione, una sospensione della produzione di un determinato prodotto per un periodo uguale o superiore a sei mesi comporta la decadenza della qualificazione per il prodotto stesso. In tale caso la procedura di qualificazione deve essere ripresa dall'inizio, riformulando domanda al Servizio tecnico centrale ed effettuando nuovamente tutte le prove di qualificazione previste, ivi comprese quelle di aderenza beam-test per gli acciai ad aderenza migliorata e le prove di rilassamento e fatica per gli acciai da precompressione.

Per quanto concerne gli acciai da carpenteria la qualificazione si suppone decaduta quando un determinato prodotto non venga fabbricato presso una determinata unita' produttiva per almeno un anno. Trascorso tale termine si procede dunque ad una nuova qualificazione, come sopra indicato.

I.2.4. Certificati di prova.

Le prove di qualificazione e le prove periodiche di verifica della qualità sono eseguite dai laboratori ufficiali di cui al 1° comma dell'art. 20 della legge 1086/1971.

I relativi certificati emessi dai suddetti laboratori ufficiali devono contenere almeno:
- il nome dell'azienda produttrice, lo stabilimento ed il luogo di produzione;
- il tipo di prodotto e la sua eventuale dichiarata saldabilità;
- il marchio di identificazione del prodotto depositato presso il Servizio Tecnico Centrale;
- gli estremi dell'ultima attestazione di deposito conseguito, in caso di prove periodiche di verifica della qualità;
- la data del prelievo, il luogo di effettuazione delle prove e la data di emissione del certificato;
- le dimensioni nominali ed effettive del prodotto, i risultati delle prove previste, ivi compresi i controlli dell'aderenza per le barre ed i fili ad aderenza migliorata indicando anche quale delle ineguaglianze (A) o (B) dell'Allegato 6 risulti verificata;
- l'analisi chimica per tutti i prodotti dichiarati saldabili o comunque utilizzati per la fabbricazione di prodotti finiti elettrosaldati;
- le elaborazioni statistiche previste dagli Allegati 3, 4, 5 e 8 delle Norme Tecniche.

I.2.5. Conformità statistica.

Per quanto concerne la conformità statistica, ferma restando la facoltà del produttore di utilizzare metodi di propria scelta, purché validi e dichiarati, è possibile fare riferimento ai test statistici di confronto delle varianze e delle medie delle due serie di dati, secondo i classici procedimenti del controllo della qualità, ad esempio secondo le UNI 6809-72 e 6806-72.

Il Servizio tecnico centrale si riserva la facoltà di non accettare le analisi di conformità statistica che ritenga non valide o non conformi.

I.3. Lamiere grecate e profilati formati a freddo

I prodotti di cui al IV capoverso del punto 2.0. (parte seconda) delle Norme Tecniche (elementi di lamiera grecata, profilati formati a freddo, ivi compresi i profilati cavi saldati non sottoposti a successive deformazioni o trattamenti termici) debbono essere realizzati utilizzando lamiere o nastri di origine qualificati conformemente all'Allegato 8.

I produttori possono, in questo caso, derogare dagli adempimenti previsti al punto 2.1. dell'Allegato 8 delle Norme Tecniche relativamente ai controlli sui loro prodotti (sia quelli interni che quelli da parte di un laboratorio ufficiale) ma devono fare riferimento alla documentazione di accompagnamento dei materiali di base, qualificati all'origine, da essi utilizzati.

Pur con questa eccezione, il produttore e' tenuto ugualmente a dichiarare al Servizio tecnico centrale la fabbricazione dei prodotti, realizzati con materiale base qualificato.

I prodotti finiti devono essere marchiati, secondo le modalità previste dal punto 2.5. dell'Allegato 8 delle Norme Tecniche.

Il produttore del prodotto finito e' tenuto al deposito del marchio presso il Servizio tecnico centrale.

La dichiarazione sopracitata, nonchè il deposito del marchio, devono essere confermati annualmente al Servizio tecnico centrale.

I.4. Prescrizioni per il commercio.

I commercianti sono tenuti ad assicurare una gestione fisicamente distinta dei materiali qualificati e tra questi ed eventuali altri prodotti destinati ad usi diversi da quello strutturale.

Devono altresì garantire, per tutti i prodotti, sia per cemento armato sia per strutture in acciaio, il rispetto degli ultimi due capoversi del punto 2.5. dell'Allegato 8.

I.5. Prodotti provenienti da paesi extra comunitari.

E' necessario che il produttore estero, con sede ed unita' produttiva al di fuori della Comunità Europea, nomini un suo mandatario, con sede in Italia, che diviene responsabile e costituisce il tramite tra Servizio tecnico centrale e produttore.

L. Raccomandazioni riepilogative sul controllo dei materiali e prodotti.

Sulla base di tutto quanto precede, non può non ribadirsi l'assoluta necessita' che tutto il processo di produzione, qualificazione, controllo ed accettazione dei materiali destinati alle opere di ingegneria strutturale si evolva secondo le prescrizioni fissate dalle norme e secondo le indicazioni e disposizioni supplementari fornite con la presente circolare.

Pertanto tutti gli operatori (committenti, produttori, importatori, commercianti del settore, imprese, direttori dei lavori, laboratori, uffici di controllo, collaudatori), ciascuno per la propria sfera di competenza, vorranno rispettare, ed esigere il rispetto delle prescrizioni suddette.

In particolare:

- ai *produttori di acciaio* si rammenta la necessita' di depositare con la dovuta tempestività presso il Servizio tecnico centrale la documentazione occorrente per il mantenimento della qualificazione; si rammenta altresì l'esigenza di corredare tutte le forniture della prevista documentazione al fine di non creare incertezze e confusioni che possono portare al rifiuto delle forniture stesse;

- agli *importatori* di acciai provenienti dall'estero - in particolare dai Paesi extracomunitari - si raccomanda di garantirsi che i prodotti importati, debitamente marchiati, siano accompagnati dalla documentazione di rito per poter essere immessi sul mercato nazionale come prodotti qualificati;

- analoghe prescrizioni si rivolgono ai *commercianti* del settore, sia per il controllo del marchio, sia per l'acquisizione di tutte le documentazioni necessarie per le forniture ai cantieri di utilizzazione; documentazioni che possono essere responsabilmente rilasciate anche in copia conforme, salva la facoltà degli aventi diritto di richiedere l'esibizione dei documenti originali;

- alle *imprese* utilizzatrici si raccomanda di adottare la massima attenzione nell'acquisto dei prodotti, tenendo ben presente che all'eventuale vantaggio economico derivante dall'acquisto di prodotti non conformi e' legato il rischio di controversie e del rifiuto dei prodotti stessi da parte della direzione dei lavori e della committenza;

- per quanto concerne, in particolare, *l'esecuzione di strutture in cemento armato precompresso a cavi post-tesi*, si evidenzia l'obbligo di impiegare sistemi di ancoraggio rientranti tra quelli la cui documentazione risulta depositata presso il Servizio tecnico centrale, nonché di utilizzare personale qualificato sia nella fase di tesatura dei cavi che nella fase di iniezione degli stessi;

- ai *direttori dei lavori*, ai quali - come detto - le norme affidano il giudizio definitivo sulla utilizzazione dei prodotti, e' appena il caso di ribadire che, proprio per l'importante funzione che sono chiamati a svolgere, e' essenziale la più scrupolosa osservanza di tutte le prescrizioni normative e delle disposizioni della presente circolare, sia per i controlli preliminari che per quelli definitivi;

- analoga rilevanza assume la funzione dei *laboratori* abilitati all'esecuzione delle prove di qualificazione e di accettazione. Essenziale, pertanto, ribadire l'esigenza che tale funzione si esplichi con il pieno rispetto delle procedure di prova, per quanto attiene alle sperimentazioni e con assoluta neutralità, per quanto attiene alle certificazioni rilasciate;

- per quanto concerne i *collaudatori* si richiama quanto previsto dalle norme tecniche in materia di accertamento sui controlli dei materiali, accertamenti che dovranno riguardare sia la frequenza che i risultati dei controlli stessi.

Si confida nella professionalità e nella collaborazione di tutti gli operatori del settore, i quali vorranno tenere ben presente che qualsiasi deroga alle procedure di controllo, finalizzate a garantire la sicurezza delle costruzioni e la pubblica incolumità, comporta l'assunzione di rilevanti responsabilità, anche sotto il profilo penale.

Il Servizio tecnico centrale, dal conto suo, opererà con la massima incisività, anche in collaborazione con i competenti Uffici di altre amministrazioni, per assicurare il pieno rispetto delle prescrizioni contenute nelle norme tecniche e nelle presenti istruzioni.

96A7223

DOMENICO CORTESANI, *direttore*

FRANCESCO NOCITA, *redattore*
ALFONSO ANDRIANI, *vice redattore*

(8652423) Roma - Istituto Poligrafico e Zecca dello Stato - S

MODALITÀ PER LA VENDITA

La «Gazzetta Ufficiale» e tutte le altre pubblicazioni ufficiali sono in vendita al pubblico:

- **presso le Agenzie dell'Istituto Poligrafico e Zecca dello Stato in ROMA: piazza G. Verdi, 10 e via Cavour, 102;**
- **presso le Librerie concessionarie indicate nelle pagine precedenti.**

Le richieste per corrispondenza devono essere inviate all'Istituto Poligrafico e Zecca dello Stato - Direzione Marketing e Commerciale - Piazza G Verdi, 10 - 00100 Roma, versando l'importo, maggiorato delle spese di spedizione, a mezzo del c/c postale n. 387001. Le inserzioni, come da norme riportate nella testata della parte seconda, si ricevono in Roma (Ufficio inserzioni - Piazza G. Verdi, 10) e presso le librerie concessionarie consegnando gli avvisi a mano, accompagnati dal relativo importo.

PREZZI E CONDIZIONI DI ABBONAMENTO - 1996

Gli abbonamenti annuali hanno decorrenza dal 1° gennaio al 31 dicembre 1996
i semestrali dal 1° gennaio al 30 giugno 1996 e dal 1° luglio al 31 dicembre 1996

ALLA PARTE PRIMA - LEGISLATIVA

Ogni tipo di abbonamento comprende gli indici mensili

Tipo A - Abbonamento ai fascicoli della serie generale, inclusi i supplementi ordinari

- annuale	L.	385.000
- semestrale	L.	211.000

Tipo B - Abbonamento ai fascicoli della serie speciale destinata agli atti dei giudizi davanti alla Corte costituzionale

- annuale	L.	72.500
- semestrale	L.	50.000

Tipo C - Abbonamento ai fascicoli della serie speciale destinata agli atti delle Comunità europee

- annuale	L.	216.000
- semestrale	L.	120.000

Tipo D - Abbonamento ai fascicoli della serie speciale destinata alle leggi ed ai regolamenti regionali

- annuale	L.	72.000
- semestrale	L.	49.000

Tipo E - Abbonamento ai fascicoli della serie speciale destinata ai concorsi indetti dallo Stato e dalle altre pubbliche amministrazioni

- annuale	L.	215.500
- semestrale	L.	118.000

Tipo F - Abbonamento ai fascicoli della serie generale, inclusi i supplementi ordinari, ed ai fascicoli delle quattro serie speciali

- annuale	L.	742.000
- semestrale	L.	410.000

Integrando il versamento relativo al tipo di abbonamento della Gazzetta Ufficiale, *parte prima, prescelto con la somma di* **L. 96.000**, *si avrà diritto a ricevere l'indice repertorio annuale cronologico per materie 1996.*

Prezzo di vendita di un fascicolo della *serie generale*	L.	1.400
Prezzo di vendita di un fascicolo delle *serie speciali I, II e III*, ogni 16 pagine o frazione	L.	1.400
Prezzo di vendita di un fascicolo della *IV serie speciale «Concorsi ed esami»*	L.	2.750
Prezzo di vendita di un fascicolo *indici mensili*, ogni 16 pagine o frazione	L.	1.400
Supplementi ordinari per la vendita a fascicoli separati, ogni 16 pagine o frazione	L.	1.500
Supplementi straordinari per la vendita a fascicoli separati, ogni 16 pagine o frazione	L.	1.500

Supplemento straordinario «Bollettino delle estrazioni»

Abbonamento annuale	L.	134.000
Prezzo di vendita di un fascicolo ogni 16 pagine o frazione	L.	1.500

Supplemento straordinario «Conto riassuntivo del Tesoro»

Abbonamento annuale	L.	87.500
Prezzo di vendita di un fascicolo	L.	8.000

Gazzetta Ufficiale su MICROFICHES - 1996
(Serie generale - Supplementi ordinari - Serie speciali)

Abbonamento annuo mediante 52 spedizioni settimanali raccomandate	L.	1.300.000
Vendita singola per ogni microfiches fino a 96 pagine cadauna	L.	1.500
per ogni 96 pagine successive	L.	1.500
Spese per imballaggio e spedizione raccomandata	L.	4.000

N.B. — Le microfiches sono disponibili dal 1° gennaio 1983 — Per l'estero i suddetti prezzi sono aumentati del 30%

ALLA PARTE SECONDA - INSERZIONI

Abbonamento annuale	L.	360.000
Abbonamento semestrale	L.	220 000
Prezzo di vendita di un fascicolo, ogni 16 pagine o frazione	L.	1.550

I prezzi di vendita, in abbonamento ed a fascicoli separati, per l'estero, nonché quelli di vendita dei fascicoli delle annate arretrate, compresi i fascicoli dei supplementi ordinari e straordinari, sono raddoppiati

L'importo degli abbonamenti deve essere versato sul c/c postale n 387001 intestato all'Istituto Poligrafico e Zecca dello Stato. L'invio dei fascicoli disguidati, che devono essere richiesti all'Amministrazione entro 30 giorni dalla data di pubblicazione, è subordinato alla trasmissione di una fascetta del relativo abbonamento.

Per informazioni o prenotazioni rivolgersi all'Istituto Poligrafico e Zecca dello Stato - Piazza G. Verdi, 10 - 00100 ROMA

abbonamenti ☎ (06) 85082149/85082221 - vendita pubblicazioni ☎ (06) 85082150/85082276 - inserzioni ☎ (06) 85082145/85082189

L. 6.000